15469

เรื่อง

การศึกษาการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บเกี่ยว ด้วยน้ำแข็งแห้งภายในกล่องควบคุมอุณหภูมิ

(Study on Precooling of Baby Corn with Dry Ice in Temperature Controlled Box)

T096783

โดย นางสาววราภรณ์ พันธ์ครุฑ
นางสาวอธิกา รงค์สวัสดิ์

ปพ.
ว321ก
2541
สงวนไว้
เลขทะเบียน 96783
วัน.เดือน.ปี - 4 JUN 2001

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1825

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บเกี่ยว
ด้วยน้ำแข็งแห้งภายในกล่องควบคุมอุณหภูมิ
(Study on Precooling of Baby Corn with Dry Ice in Temperature Controlled Box)

โดย

นางสาววราภรณ์ พันธ์ครุฑ
นางสาวอธิกา รงค์สวัสดิ์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..../...../..... **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ส.พ.
ว3821ก
2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาววราภรณ์ พันธ์ครุฑ และนางสาวอธิกา รงค์สวัสดิ์ 2541. : การศึกษาการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บเกี่ยวด้วยน้ำแข็งแห้งภายในกล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำ (Study on Precooling of Baby Corn with Dry Ice in a Temperature Controlled Box). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ 88 หน้า

ปัญหาสำคัญที่เป็นข้อจำกัดของการส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนในรูปการบริโภคสด คือ ลักษณะการเน่าเสียง่าย มีอายุการวางขายสั้น ทั้งนี้เนื่องจากข้าวโพดฝักอ่อนมีอัตราการหายใจและการคายความร้อนสูง ทำให้เสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว จึงต้องมีการระบายความร้อนที่สะสมในตัวของข้าวโพดฝักอ่อนอย่างรวดเร็วโดยการลดอุณหภูมิ ซึ่งในการทดลองได้ใช้น้ำแข็งแห้ง1 กิโลกรัม วางบนตะแกรงสูงจากพื้นกล่องควบคุมอุณหภูมิ 30 เซนติเมตร สามารถทำให้มีอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 2 ชั่วโมง โดยแบ่งข้าวโพดฝักอ่อนเป็น 4 ชุดทดลอง (Treatment) คือ ชุดทดลองที่ไม่ทำการลดอุณหภูมิ(Control) ชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยวทันที(Precooling) ชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยวและปอกเปลือก 6 ชั่วโมง (Precooling Delay 6 hrs.) และชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยว24 ชั่วโมง (Precooling Delay 24 hrs.) นำมาเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส โดยตรวจคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสตัวอย่างทุกๆ 5 วัน และนำไปเก็บรักษาที่ 22 องศาเซลเซียสต่ออีก 3 วัน จึงนำมาตรวจคุณภาพ

ผลการทดลองพบว่า การลดอุณหภูมิทันทีหลังการเก็บเกี่ยวทันที จะให้เนื้อสัมผัสที่ดีกว่าชุดทดลองที่ไม่ทำการลดอุณหภูมิ ส่วนชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยวและปอกเปลือก 6 ชั่วโมง และชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยว24 ชั่วโมง จะมีเนื้อสัมผัสด้อยกว่าชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิทันที ส่วนผลการวิเคราะห์ทางเคมี เช่น ค่าความเป็นกรดและด่าง เปอร์เซนต์ความเป็นกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ของแต่ละชุดทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนัก ของ ชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยวทันที มีค่าใกล้เคียงกับ ทดลองที่ไม่ทำการลดอุณหภูมิ ส่วน ชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยวและปอกเปลือก 6 ชั่วโมง และชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยว24 ชั่วโมง มีการเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำมากกว่า ชุดทดลองที่ไม่ทำการลดอุณหภูมิ

วราภรณ์ พันธ์ครุฑ
ผศ. ดร.ระติพร

....

ลายเซ็นต์นักศึกษา ลายเซ็นต์อาจารย์ที่ปรึกษา วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สำเร็จและสมบูรณ์ด้วยความกรุณาของ ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ ให้ข้อคิดเห็น และแนวทางในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆด้วยความเอาใจใส่ จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนอกจากนี้ขอขอบคุณ ผศ.ดร.รุจิรา ตาปราบ และ อาจารย์ระจิตร จุฬากรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ธุรการ ที่กรุณาช่วยติดต่อเรื่องการเดินทาง และนักวิทยาศาสตร์ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีต่างๆ

ปัญหาพิเศษนี้จะสำเร็จลงไม่ได้หากขาดความช่วยเหลือและกำลังใจจากเพื่อนๆ ภาควิชาอุสาหกรรมเกษตร และคุณกรุณา บุญนำ สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนการศึกษาของข้าพเจ้าตลอดมา

วราภรณ์ พันธ์ครุฑ
อธิกา รงค์สวัสดิ์

มีนาคม 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 ข้าวโพดฝักอ่อน	2
2.2 การลดความร้อน	5
2.3 คาร์บอนไดออกไซด์	11
2.4 องค์ประกอบทางเคมีและการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว	13
3 .อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	17
3.1 วัตถุดิบ	17
3.2 อุปกรณ์	17
3.3 สารเคมี	18
3.4 วิธีการทดลอง	18
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	21
4.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในกล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำ	21
4.2 การศึกษาปริมาณข้าวโพดฝักอ่อนที่เหมาะสม ต่อน้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม	22
4.3 การศึกษาการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนหลังผ่าน การลดอุณภูมิ	26
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก	51
ภาคผนวก ก	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข	54
ภาคผนวก ค	67
ภาคผนวก ง	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. คุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพดฝักอ่อน	2
2. วิธีการลดความร้อนที่เหมาะสมของผักและผลไม้	10
3. ตารางแสดงค่าระดับคะแนนของลักษณะปรากฏของข้าวโพดฝักอ่อน ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C(การทดลองครั้งที่	27
4. ตารางแสดงค่าระดับคะแนนเฉลี่ยของลักษณะปรากฏของข้าวโพดฝักอ่อน ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C(การทดลองครั้งที่ 2)	27
5. ตารางแสดงค่าระดับคะแนนของลักษณะปรากฏของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 8 °C แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22°C เป็นเวลา 3 วัน (การทดลองครั้งที่ 2	28
6. ตารางแสดงค่าสีของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C (การทดลองครั้งที่ 1)	30
7. ตารางแสดงค่าสีของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C (การทดลองครั้งที่ 2)	31
8. ตารางแสดงค่าสีของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 22 °C เป็นเวลา 3 วัน(การทดลองครั้งที่ 2)	32
9. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้านสีทางสถิติ	43
10.แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้านรสชาติทางสถิติ	44
11 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสทางสถิติ	45
12 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้านการยอมรับทางสถิติ	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณภูมิในกล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำ	21
2.กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของข้าวโพดฝักอ่อนต่อน้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม	22
3.กราฟแสดงการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อน 18 ถาดในแต่ละชั้นโดยใช้น้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม	23
4. กราฟแสดงการลดอุณหภูมิในแต่ละชั้นของข้าวโพดฝักอ่อน 18 ถาดโดยใช้น้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม และมีถาดโฟมครอบข้าวโพดฝักอ่อนชั้นบน	25
5. กราฟแสดงการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนในแต่ละชั้นโดยใช้น้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม มีถาดโฟมครอบข้าวโพดฝักอ่อนชั้นบนสุด และถาดล่างสุดวางสูงจากพื้นกล่อง 4 เซนติเมตร	25
6. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของตู้เย็น	26
7. กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C	34
8. กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C และนำมาเก็บที่อุณหภูมิ 22 °Cเป็นเวลา 3 วัน (การทดลองครั้งที่ 2)	34
9. กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของแรงกดที่มากที่สุด(max force)(กรัม)ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C	36
10. แสดงค่าเฉลี่ยของค่าแรงกดมากที่สุด(max force)(กรัม)ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °Cแล้วนำมาเก็บรักษาที่ 22°Cเป็นเวลา 3 วัน (การทดลองครั้งที่ 2)	36
11. กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-บทที่ 1

บทนำ

ผักและผลไม้เมื่อตัดออกจากต้นยังคงเป็นสิ่งที่มีชีวิตอยู่ และมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิของอากาศหรือสภาพแวดล้อมที่ทำการเก็บเกี่ยว ความร้อนที่ติดกับผักผลไม้จากแปลงปลูกเรียกว่า field heat เมื่อขนย้ายผักหรือผลไม้มายังโรงคัดบรรจุและกองรวมกัน ถ้าอากาศผ่านเข้าออกไม่สะดวก จะทำให้ความร้อนที่คายออกมาจากผักหรือผลไม้ (vital heat) รวมกับ field heat ถูกสะสมอยู่ภายใน ทำให้อุณหภูมิของผักและผลไม้สูงขึ้น จะไปเร่งกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ของผักและผลไม้ให้เกิดได้เร็วขึ้น มีผลทำให้คุณภาพของผักและผลไม้ลดลงและมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการลดอุณหภูมิของผักและผลไม้ให้ต่ำลงเพื่อไล่ความร้อนจากแปลงปลูกที่ติดมากับผักและผลไม้ออกไปให้เร็วที่สุดและมากที่สุด เมื่อผักและผลไม้มีอุณหภูมิต่ำจะทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆเกิดได้ช้าลง อัตราการเสื่อมสลายช้าลง เป็นการลดการสูญเสีย ทำให้เพิ่มอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น ผักและผลไม้ทุกชนิดควรลดอุณหภูมิให้ต่ำลง โดยเฉพาะผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูง ซึ่งผลิตผลเหล่านี้มีการเสื่อมสลายเร็วกว่าผลิตผลชนิดอื่น

วัตถุประสงค์

1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำวิธีการลดอุณหภูมิด้วยการใช้น้ำแข็งแห้งในกล่องควบคุมอุณหภูมิมาใช้กับข้าวโพดฝักอ่อน

2 เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของข้าวโพดที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยการใช้น้ำแข็งแห้งกับข้าวโพดที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ

3 เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพข้าวโพดฝักอ่อนที่ผ่านการลดอุณหภูมิทันทีหลังการเก็บเกี่ยวกับข้าวโพดฝักอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิหลังจากปอกเปลือกแล้ว 6 ชั่วโมง และข้าวโพดฝักอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิหลังจากเก็บเกี่ยว 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ข้าวโพดฝักอ่อน

ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชในสกุลเดียวกับหญ้า มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Zea Maysl.* อยู่ในวงศ์ (Family) GRAMINEAE

2.1.1 คุณค่าทางโภชนาการ

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพดฝักอ่อน พบว่าส่วนของข้าวโพดฝักอ่อนที่บริโภคได้ 100 กรัมนั้น มีความชื้นอยู่สูงถึง 84.10 กรัม อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ยังมีแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินเอ อยู่ในปริมาณสูง

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพดฝักอ่อน

ส่วนประกอบแร่ธาตุอาหาร	ข้าวโพดฝักอ่อน 100 กรัม
ความชื้น (กรัม)	84.10
ไขมัน (กรัม)	0.20
โปรตีน (กรัม)	1.90
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	8.20
เถ้า (กรัม)	0.60
แคลเซี่ยม (มิลลิกรัม)	28
ฟอสฟอรัส	86
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.10
วิตามินเอ (ไอ.ยู.)	64
ไธอามีน (มิลลิกรัม)	0.05
กรดแอสคอร์บิก (มิลลิกรัม)	11
ไนอาซีน (มิลลิกรัม)	0.30

ที่มา : ไฉน ยอดเพชร, STUDIES ON SWEET CORN AS POTENTIAL YOUNG COB CORN (ZEA MAYS L.), PH.D. THESIS UNIVERSITY OF PHILIPPINES, 1979

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน

2.1.2.1 พันธุ์รังสิต 1 เป็นพันธุ์ที่ใช้เป็นข้าวโพดฝักอ่อนสำหรับปลูกเพื่อการผลิตโดยตรง ลักษณะประจำพันธุ์เป็นพันธุ์ที่ต้านทานโรคราน้ำค้าง อายุการเก็บเกี่ยวนับตั้งแต่วันปลูก 42-48 วัน ช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว 8-12 วัน มีอายุนับตั้งแต่วันปลูกจนถึงวันสุดท้ายในการเก็บเกี่ยวรวม 60 วัน ข้อเสียคือมีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่สั้น

2.1.2.2 พันธุ์ไทยดีเอ็มอาร์ 6 เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมาก เนื่องจากมีการเจริญเติบโตและแข็งแรงดี ขนาดของลำต้นไม่สูงนัก ให้ฝักดกและมีขนาดของฝักอ่อนดีตามความต้องการของตลาด ปกติมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ประมาณ 45-50 วันหลังจากปลูก

2.1.2.3 พันธุ์สุวรรณ 1 เป็นข้าวโพดที่มีการเจริญเติบโตและแก่เร็ว ดังนั้นในการเก็บเกี่ยวจึงต้องเก็บในระยะที่ถูกต้องและเหมาะสม ปกติจะมีอายุการเก็บเกี่ยว 47 วัน ให้ผลผลิตสูงพอสมควร ทนทานต่อโรคราน้ำค้างได้ดีกว่าพันธุ์ไทยดีเอ็มอาร์ 6

2.1.2.4 พันธุ์สุวรรณ 2 เป็นพันธุ์ข้าวโพดที่มีการเจริญเติบโตเร็วมาก และสามารถเก็บเกี่ยวได้เร็ว เส้นผ่านศูนย์กลางฝักไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่ได้มาตราฐาน ฝักอ่อนหรือแกนมีความสม่ำเสมอกว่าพันธุ์สุวรรณ 1 และให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นคือจะเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 45 วัน

2.1.3 การพิจารณาเก็บเกี่ยว

2.1.3.1 นับอายุ หลังการปลูกได้ 40-45 วัน ควรจะถอดยอดข้าวโพดจะได้ฝักสดมีน้ำหนักดี หลังจากถอดยอดได้ 3 - 5 วันจึงเริ่มเก็บเกี่ยวครั้งแรก

2.1.3.2 ดูจากไหมเริ่มโผล่พ้นปลายฝัก 1-2 ซม.

2.1.3.3 ลองสุ่มฝักมาแล้วกรีดดูฝักอ่อนภายใน ถ้าได้ขนาดแล้วถึงไหมจะยังไม่โผล่ก็ควรเก็บเกี่ยว การบริโภคข้าวโพดฝักอ่อนนิยมฝักที่มีขนาด 4-9 ซม. ถ้าฝักยาวกว่านี้จะถือว่าคุณภาพไม่ดี มีเยื่อใยสูง ความหวานลดลง

2.1.4 การปฏิบัติงานหลังการเก็บเกี่ยว

2.1.4.1 เลือกและคัดขนาด (Grading, Sorting and Sizing) เมื่อเก็บเกี่ยวผลิตผลแล้วรีบนำเข้าร่มไม้หรือโรงเรือนที่มีการถ่ายเทอากาศที่ดี และพยายามจัดวางให้ผลิตผลได้ระบายความร้อนออกโดยเร็ว ไม่ควรวางกองทิ้งไว้หลายวัน ถ้าเป็นไปได้ในการขายฝักสดควรนำมาปอกเปลือกออกทันทีหลังการเก็บเกี่ยว โดยใช้มีดปลายแหลมที่คมและสะอาด แล้วคัดขนาดฝักให้ยาวประมาณ 6 - 9 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 - 1.5 ซม. การเรียงของเม็ดไม่แยกเป็นร่องลึก ฝักจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสีเหลืองอ่อนสดหรือสีครีมขึ้นกับชนิดของพันธุ์ แล้วนำมาบรรจุลงภาชนะซึ่งอาจเป็นถาดโฟม แล้วห่อด้วยฟิล์ม PVCหรือถุงพลาสติกก็ได้

2.1.4.2 การลดอุณหภูมิ (precooling) การให้ความเย็นแก่ผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวโดยเร็วที่สุด เพื่อลดอุณหภูมิที่มีมาจากแปลงปลูก ลดอัตราการหายใจ ลดการสูญเสียน้ำและลดการระบาดของการเน่าเสีย ทั้งนี้เพื่อยืดอายุของผลิตผลให้นานขึ้น สำหรับข้าวโพดฝักอ่อนวิธีที่นิยมใช้คือ การอัดลมเย็น(Force-Air cooling)

ในปี พ.ศ. 2530 ได้มีการทดลองใช้รถห้องเย็นที่ดัดแปลงเป็นที่สำหรับใช้ลดอุณหภูมิของผลิตผล โดยใช้ลมเย็นจะลดอุณหภูมิข้าวโพดจาก 30°C ลงถึง 7°C เวลาที่ใช้ขึ้นกับปริมาณของผลิตผล และจากผลการทดลองพบว่า ข้าวโพดฝักอ่อนที่ลดอุณหภูมิจะมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น(จิรา;2534)

2.1.4.3 การเก็บรักษา (Storage) อุณหภูมิที่ใช้ระหว่างการเก็บรักษาเพื่อรอการขนส่งหรือระหว่างการขนส่ง คือ 5-3°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% เก็บได้ประมาณ 3 สัปดาห์

ในปีพ.ศ. 2530 ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง (29-30°C) และห้องเย็น 5°C และ 7°C โดยวิธีบรรจุในถุงพลาสติกPE (polyethylene) และ PP(polypropylene) เจาะรูและไม่เจาะรู และบรรจุลงในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มPVC ผลการทดลองพบว่า การเก็บรักษาในถาดโฟมที่หุ้มด้วยฟิล์มPVC จะมีสภาพดีกว่าวิธีอื่นๆรองมาคือบรรจุในถุงพลาสติกทั้งPE และ PPแบบไม่เจาะรู ข้าวโพดฝักอ่อนยังคงสภาพดีหลังการเก็บรักษาไว้ได้ 3 วัน ,7-10 วันและ 2-3 สัปดาห์ ตามลำดับ (อัญชลี และคณะ;2532)

2.1.5 ปัญหาหลังการเก็บเกี่ยว

ระหว่างการเก็บเกี่ยว การขนส่ง การเก็บรักษาและการวางจำหน่าย ข้าวโพดฝักอ่อนจะเกิดการสูญเสียน้ำมากทำให้ฝักเหี่ยวเป็นสีน้ำตาล เมื่อเก็บไว้นานขึ้นความหวานจะลดลง มีอาการฝักเน่าและบวม (เนื่องจากเมล็ดได้รับการผสม) จะปรากฏมากขึ้น การลอกเปลือกข้าวโพดถ้าไม่มีความชำนาญจะทำให้เกิดบาดแผลหรืออาการชอกช้ำ ง่ายต่อการเกิดเชื้อราและบักเตรีบางชนิดเข้าทำลายได้ ข้าวโพดอ่อนเมื่อนำมาเก็บรักษาไว้ระยะหนึ่งไม่ว่าจะในสภาพอุณหภูมิห้องหรือในห้องเย็นก็จะเกิดการเน่าเสีย เนื่องจากเชื้อรา เช่น โรคฝักเน่า (ear rot) สาเหตุจากเชื้อ *Melminthosporium maydis* , *Fusarium spp.*, *Rhisopus sp.*, *Aspergillus spp.*, และ โรคราเขม่าดำ สาเหตุจากเชื้อ *Ustilago maydis* นอกจากนี้ยังพบเชื้อบักเตรีที่ทำให้เกิดอาการฝักเน่าเละกับข้าวโพดฝักอ่อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 แนวทางการแก้ไข

2.1.6.1 หลีกเลี่ยงการเกิดบาดแผลหรือความชอกช้ำบนฝัก ซึ่งเริ่มตั้งแต่การลอกเปลือกตลอดจนการบรรจุหีบห่ออาหารขนส่ง การปฏิบัติอื่นๆหลังการเก็บเกี่ยว

2.1.6.2 การทำความสะอาดเพื่อลดปริมาณของเชื้อราตามที่ต่างๆ เช่น เครื่องมือเครื่องใช้ มีด หรือภาชนะที่ใช้ตั้งแต่การเก็บเกี่ยวถึงการบรรจุหีบห่อ

2.1.6.3 การลดอุณหภูมิของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษาผลิตผลไว้ในอุณหภูมิดังกล่าว จะช่วยชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อโรค และทำให้การสูญเสียน้ำและความหวานลดลง

2.1.6.4 ในการปฏิบัติดูแลรักษาข้าวโพดอ่อนในแปลงปลูก ต้องดึงช่อตัวผู้ทิ้งให้หมดก่อนที่ข้าวโพดจะมีโอกาสผสมเกสร เพื่อป้องกันอาการเม็ดบวมขึ้นภายหลัง

2.1.6.5 การบรรจุหีบห่อ เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการป้องกันผลิตผลให้มีคุณภาพดีและยังทำให้เป็นที่ดึงดูดใจผู้ซื้อมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการบรรจุข้าวโพดอ่อนในปริมาณมากเกินไปในกล่องเดียวกันจะทำให้ผลิตผลได้รับความเสียหายและเน่าเสียเร็วขึ้น

2.2 การลดความร้อน

การลดความร้อน หมายถึง การลดอุณหภูมิของผักผลไม้ให้ต่ำลงจนถึงอุณหภูมิที่กำหนด ไม่ใช่ลดลงเพียงเล็กน้อย การลดความร้อนนิยมทำก่อนการเก็บรักษา แปรรูป หรือ ขนส่ง ระยะเวลาที่ใช้ลดความร้อนสำคัญมาก ต้องใช้เวลาน้อยที่สุด และไม่ควรลดความร้อนนานเกิน 24 ชั่วโมง สำหรับผักและผลไม้ที่เน่าเสียได้ง่ายควรใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง

การลดความร้อนออกจากผักผลไม้ ควรจะทำทันทีหลังจากการเก็บเกี่ยว ซึ่งอาจจะก่อนหรือหลังการบรรจุลงภาชนะแล้วก็ได้ แต่การลดความร้อนก่อนการบรรจุลงภาชนะนั้นจะใช้เวลาน้อยกว่า เพราะความเย็นสามารถแทรกซึมถึงแกนกลางของผลิตผลได้ แต่มีข้อเสียคือ อาจจะมีผลิตผลที่เสียหรือด้อยคุณภาพปะปนอยู่ด้วย ทำให้ต้นทุนของการลดความร้อนสูงขึ้นและจะทำให้ผลผลิตได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นอีกในระหว่างการบรรจุหีบห่อ

2.2.1 ข้อเสียที่เกิดขึ้นเมื่อผลิตผลมีอุณหภูมิสูงขึ้น

2.2.1.1 ทำให้อัตราการหายใจสูง การใช้สารอาหารในผลิตผลมีอัตราสูงด้วย ทำให้สูญเสียอาหารที่พืชสะสมไว้ ถ้าเป็นผลไม้ที่จะไปเร่งให้เกิดการแก่ การสุก และการเสื่อมสลายเร็วขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น ข้าวโพดหวานจะสูญเสียน้ำตาลในเมล็ดข้าวโพดไปอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงเพียง 2 ชั่วโมง หรืออาจเกิดผลเสียมากกว่าที่คาดคิดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ดังนั้น เมื่อนำผลิตผลไปผ่านขั้นตอนการลดความร้อนทันทีหลังการเก็บเกี่ยว จะทำให้เกิดการเน่าเสียได้ช้าลง ถ้าไม่ลดความร้อนให้ผลิตผลมีอุณหภูมิต่ำ ผลิตผลจะเน่าเสียได้อย่างรวดเร็ว

2.2.1.3 เกิดการสูญเสียน้ำ ผลิตผลที่เก็บไว้ในสภาพมีอัตราการคายน้ำสูง จะสูญเสียน้ำได้อย่างรวดเร็วมาก ยกเว้นในกรณีที่สภาพบรรยากาศมีความชื้นอิ่มตัว ถ้าความชื้นหรือปริมาณน้ำในอากาศแตกต่างกับในเนื้อเยื่อของพืชมากจะทำให้ผลิตผลเกิดการสูญเสียน้ำมากด้วย

2.2.1.4 การสังเคราะห์เอทิลีนจะเกิดได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วจะช่วยให้อัตราการสังเคราะห์เอทธิลินลดลงด้วย ทำให้ผลิตผลเข้าสู่ขบวนการเสื่อมสลายช้าลง

2.2.2 วิธีการลดความร้อน (Cooling Methods)

วิธีการลดความร้อนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายวิธี ได้แก่

2.2.2.1 การลดอุณหภูมิโดยโดยใช้อากาศเย็นหรือห้องเย็น (Air Cooling หรือ Room Cooling)

2.2.2.2 การลดอุณหภูมิโดยโดยใช้การอัดอากาศเย็น (Forced - Air Cooling)

2.2.2.3 การลดอุณหภูมิโดยโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง (Hydrocooling)

2.2.2.4 การลดอุณหภูมิโดยโดยใช้สูญญากาศ (Vacuum Cooling)

2.2.2.5 การลดอุณหภูมิโดยโดยใช้สารให้ความเย็น

วิธีการลดความร้อนแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.1 การลดอุณหภูมิโดยโดยใช้อากาศเย็นหรือห้องเย็น (Air Cooling ???? Room Cooling) เป็นวิธีการลดอุณหภูมิของผักและผลไม้ โดยนำไปไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำประมาณ 3 ^{o}C อากาศเย็นจะช่วยลงอุณหภูมิของและผลไม้ให้ต่ำลงได้ อุณหภูมิของอากาศไม่ควรต่ำเกินไป เพราะจะทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวได้ ภายในห้องเย็นควรมีการหมุนเวียนอากาศดี (ประมาณ 200 - 400 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) มีเครื่องทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพ มีเพดานห้องต่ำ และถ้าอากาศเย็นถูกปล่อยลงมาจากเพดานห้องจะให้ผลดี การลดความร้อนโดยวิธีนี้เสียค่าใช้จ่ายน้อย ออกแบบง่าย แต่ต้องใช้พื้นที่มาก และวิธีนี้ลดอุณหภูมิของผลผลิตได้ช้าที่สุด โดยเฉพาะเมื่อผลิตผลถูกบรรจุใส่ในภาชนะแล้ว อาจทำให้ผลิตผลบางชนิดเน่าเสียไปก่อนที่จะลดดุณหภูมิลงถึงอุณหภูมิที่ต้องการได้ วิธีนี้นิยมใช้กับผลไม้ที่มีเปลือกบางหรือช้ำได้ง่าย เช่น องุ่น มะเขือเทศ และพวกเบอรี่ต่างๆ เมื่อผลิตผลถูกทำให้เย็นลงแล้ว ควรเก็บรักษาไว้ในสภาพที่เย็นเช่นเดียวกัน แต่ต้องลดความเร็วของอากาศที่หมุนเวียนลงเหลือเพียง 10 - 20 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้การลดอุณหภูมิโดยโดยใช้อากาศเย็นนี้ ในระยะหลังได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยปรับปรุงลักษณะห้องให้มีท่อลมสั้นๆ ทำให้อากาศเย็นสามารถแทรกเข้าไปข้างในผลิตผลได้เร็วขึ้น ทำให้ได้ผลดีขึ้น โดยเฉพาะเมื่อมีผลิตผลเป็น จำนวนมาก นอกจากนั้นยังมีการพัฒนาห้องเย็นเป็นชนิดห้องเล็กๆ โดยกั้นห้องใหญ่ออกเป็นส่วนๆ (bay for cooling and storage) ซึ่งในแต่ละส่วนจะมีอากาศหมุนเวียนเฉพาะไม่เกี่ยวข้องกัน

อย่างไรก็ดี เพื่อให้อากาศภายในห้องหมุนเวียนได้ดี และแทรกตัวเข้าไปภายในภาชนะบรรจุผลิตผลได้รวดเร็ว การวางเรียงกล่องควรมีช่องว่างให้อากาศผ่านเข้าออกได้สะดวก ภาชนะบรรจุ ควรมีรูอยู่ด้านข้างรูควรมีพื้นที่ประมาณ 2% ของพื้นที่ผิวของภาชนะบรรจุทั้งหมด สำหรับการลดความร้อนโดยวิธีการลดอุณหภูมิโดยใช้อากาศเย็น การวางเรียงซ้อมกันต้องให้มีช่องระบายอากาศระหว่างกล่องด้วย เป็นการวางแบบ pigeon hole การลดความร้อนโดยวิธีการลดอุณหภูมิโดยโดยใช้อากาศเย็นอาจทำร่วมกับการทำ fumigation ได้

การลดอุณหภูมิโดยโดยอาศัยรถเย็น (refrigerrarted container)ไม่ว่าจะเป็นรถบรรทุกหรือรถไฟก็เรียกได้ว่าเป็นroom cooling หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าtransit cooling แต่เป็นวิธีที่ไม่นิยมเพราะกำลังในการทำให้เย็นต่ำ ไม่สามาลดความร้อนได้โดยเฉพาะ field heat ลงในเวลาอันสั้นได้ รถห้องเย็นสร้างขึ้นเพื่อขนส่งสินค้าที่ได้มีการทำให้เย็นแล้วเท่านั้น

2.2.2.2 การลดอุณหภูมิโดยใช้การอัดอากาศเย็น (Forced-Air Cooling) เป็นการลดอุณหภูมิโดยการดูดหรือเป่าอากาศเย็นเข้าไปในท่อ (tunnel) ที่มีลักษณะยาวและแคบ ความดันของอากาศทางด้านหน้าและด้านหลังของภาชนะบรรจุจะแตกต่างไน ทำให้มีอากาศไหลผ่านช่องว่างระหว่างภาชนะบรรจุ และแทรกตัวเข้าไปตามรูด้านข้างของกล่อง ภาชนะบรรจุพาความร้อนออกไปจากผลิตผลอุณหภูมิอากาศที่ใช้ประมาณ 0-3°C อากาศหมุนเวียนด้วยความเร็วสูง ประสิทธิภาพของพัดลมหรือเครื่องดูดอากาศต้องดีมาก ผลิตผลจะเย็นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปริมาตรของอากาศที่ไหลผ่าน วิธีนี้ลดความร้อนลงได้รวดเร็ว ใช้เวลาประมาณ 1-1.5 ชั่วโมงเท่านั้น หรือประมาณ 1/4 –1/10 เท่าของเวลาที่ใช้โดยวิธีแรก การใช้ประโยชน์ของวิธีนี้มีจำกัด จะใช้กันในประเทศที่พัฒนาแล้ว วิธีนี้ยังทำได้สะดวกและสะอาด เมื่อผลิตผลเย็นลงถึงอุณหภูมิที่ต้องการ จะต้องลดหรือหยุดการหมุนเวียนของอากาศ เพราะถ้าไม่หยุดหรือลดการหมุนเวียนของอากาศจะทำให้ผลิตผลสูญเสียน้ำมากขึ้น โดยปกติวิธีนี้จะมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 1% เมื่อผลิตผลลดอุณหภูมิลงตามที่ต้องการแล้ว ควรย้ายไปเก็บไว้ในห้องเก็บรักษาหรือขนย้ายใส่รถห้องเย็นเพื่อเตรียมขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 การลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง (Hydrocooling) เป็นวิธีการลดความร้อนโดยใช้น้ำเย็น วิธีนี้ลดอุณหภูมิได้รวดเร็วกว่าวิธีอื่นเนื่องจากมีความจุความร้อนสูงและเป็นตัวนำความร้อนที่ดี และใช้ได้ดีกับผักใบด้วย จะช่วยทำให้ผักมีเนื้อสัมผัสและความสด (freshness) ดีขึ้น เครื่องมือที่ทำประกอบด้วย ภาชนะใส่น้ำแข็งที่มีปั๊มช่วยในการหมุนเวียนของน้ำ หรืออาจใช้แบบระบบหัวฉีด (sprinkler system) ที่มีสายพานหรือรางเลื่อน (conveyor belt) สำหรับให้ผลิตผลที่บรรจุในภาชนะแล้วเคลื่อนที่ผ่านน้ำเย็นที่พ่นออกมาจากหัวฉีดที่อยู่ด้านบน ดังนั้นการทำการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำเป็นตัวกลางจึงมีวิธีทำได้หลายแบบ ได้แก่

-Floodingเป็นการปล่อยให้น้ำเย็นไหลผ่านผลิตผลที่บรรจุในภาชนะเรียบร้อยแล้ว ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านกระแสน้ำที่เป็นแบบ cooling water *tunnel*

-Sprayingเป็นการสเปรย์น้ำเย็นออกมาจาก sprinkler ที่อยู่ด้านบนเป็นน้ำฝอยๆ หรืออาจทำเป็นtunnel ก็ได้

-Immersionเป็นวิธีการจุ่มภาชนะบรรจุที่บรรจุผลิตผลแล้วลงในถังน้ำเย็น ซึ่งอาจเป็น bulk-type cooler หรือเป็นถังน้ำแข็งก็ได้ ระยะเวลาการจุ่มจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของผักและผลไม้

การทำการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำเป็นตัวกลางได้ผลดีกว่าวิธีอื่นๆ ช่วยลดอุณหภูมิของผลิตผลได้อย่างรวดเร็ว น้ำที่ใช้ควรเติมคลอรีนลงไปด้วยเพื่อทำให้น้ำสะอาดปราศจากเชื้อจุลลินทรีย์ ข้อควรระวังในการทำการให้ความเย็นโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง คือ ต้องควบคุมให้มีการหมุนเวียนของน้ำที่ไหลผ่านผิวของผลิตผลอย่างเพียงพอ และอุณหภูมิของน้ำต้องไม่ต่ำเกินไปจนทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตผล น้ำควรมีอุณหภูมิใกล้ 0 ^{o}C ยกเว้นผลิตผลที่อ่อนแอและเกิดความเสียหายจากน้ำเย็นได้ง่าย ควรเพิ่มอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ให้สูงขึ้นเล็กน้อย

การทำการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง นอกจากการใช้น้ำแล้วอาจใช้น้ำแข็งเพื่อให้ผลิตผลเย็นลง ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันมานาน และยังใช้กันอยู่ในกรณีที่ไม่มีเครื่องทำความเย็น การใช้น้ำแข็งสามารถอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็ว เพราะในแต่ละกรัมของน้ำแข็งเมื่อละลายน้ำสามารถดูดความร้อนออกจากผลิตผลได้ถึง 80 กิโลแคลอรี่ การใช้น้ำแข็งมีหลายวิธี เช่น การใช้น้ำแข็งสัมผัสกับผลิตผลโดยตรง เรียกว่า contact icing หรืออาจทุบน้ำแข็งให้มีขนาดเล็กๆบรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้ววางทับผลิตผล เรียกว่า package icing หรืออาจใช้น้ำแข็งวางเฉพาะด้านบนของภาชนะบรรจุ เรียกว่า top icing เมื่อน้ำแข็งละลายน้ำเย็นจะไหลผ่านผลิตผล วิธีนี้นิยมใช้ในการขนส่งโดยใช้รถบรรทุกที่ไม่มีห้องเย็น อย่างไรก็ตาม น้ำแข็งไม่ควรสัมผัสโดยตรงกับผลิตผล เพราะอาจทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้วิธีนี้มีประสิทธิภาพที่ค่อนข้างต่ำเพราะน้ำแข็งไม่สามารถเข้าถึงผลิตผลได้อย่างทั่วถึงเพราะไม่ได้เป็นของไหลและในระดับการค้าใหญ่ๆ การใช้น้ำแข็งก็ยังให้ผลไม่ดีพอ เพราะน้ำแข็งละลายได้รวดเร็วและเสียค่าใช้จ่ายสูง

2.2.2.4 การลดอุณหภูมิโดยใช้สูญญากาศ (Vacuum Cooling) เป็นวิธีการลดความร้อนที่รวดเร็วที่สุด นิยมใช้กับผักใบต่างๆ หรือผักพวกที่มีพื้นที่ผิวมากๆ หลักทำการลดอุณหภูมิโดยใช้สูญญากาศ แตกต่างจากการลดอุณหภูมิโดยใช้อากาศเย็น และการลดอุณหภูมิโดยโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง คือ น้ำที่อยู่ในผลิตผลจะทำหน้าที่เป็นตัวดูดความร้อน เมื่อนำภาชนะบรรจุผลิตผลใส่ในภาชนะที่ปิดมิดชิดไม่ให้อากาศเข้าออก จากนั้นดูดอากาศออกเพื่อลดความดันให้ต่ำลงเรื่อยๆ จนถึงความดันประมาณ 4.58 มิลลิเมตรปรอท ทำให้จุดเดือดของน้ำลดลงเข้าใกล้ 0 $^{\circ}$C ซึ่งน้ำจะกลายเป็นไอคายความร้อนออก(heat of vaporization =540 cal/g) มาได้มาก ดังนั้นเมื่อน้ำที่ผิวผลิตผลจะระเหยกลายเป็นไอ ทำให้ความร้อนที่ติดมากับผลิตผลลดลง ดังนั้นผลิตผลจะเย็นลงอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ การลดความร้อนโดยวิธีนี้ผลิตผลจะสูญเสียน้ำประมาณ 1% ต่ออุณหภูมิที่ลดลงทุกๆ 6°C ซึ่งผลิตผลจะสูญเสียน้ำมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดต่ำ ถ้าเป็นผักก็อาจเหี่ยวได้ ดังนั้นเพื่อป้องกันหรือลดการสูญเสียน้ำออกจากผักให้น้อยลง จะมีการพ่นละอองน้ำลงบนผักตั้งแต่ก่อนที่จะนำผักไปลดอุณหภูมิ เพื่อให้ผักคงสภาพสดและไม่สูญเสียน้ำหนัก อาจเรียกวิธีแบบนี้ว่าevaporative cooling ได้เหมือนกัน

การลดอุณหภูมิโดยวิธีนี้ สะอาด รวดเร็ว แต่ ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงนิยมใช้กับผักปริมาณมากๆ เพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่าย

2.2.2.5การลดอุณหภูมิโดยสารทำความเย็น ซึ่งได้แก่ การใช้ไนโตรเจนเหลว คาร์บอนไดออกไซด์เหลว และคาร์บอนไดออกไซด์แข็ง ซึ่งจะมีความเหมาะสมแล้วแต่กรณีต่างๆกัน

การใช้ไนโตรเจนเหลว คาร์บอนไดออกไซด์เหลว และคาร์บอนไดออกไซด์แข็ง (น้ำแข็งแห้ง) วิธีนี้มักใช้กับผลิตผลในตู้สินค้า โดยการพ่นไนโตรเจนเหลวหรือคาร์บอนออกไซด์ไปในตู้ ซึ่งสามารถทำให้อากาศภายในและผลผลิตเย็นลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ต้องให้ทั้งไนโตรเจนเหลวหรือคาร์บอนออกไซด์ผสมกับอากาศให้อุณหภูมิสูงขึ้นพอสมควรก่อนสัมผัสกับผลิตผล และต้องจัดเรียงผลิตผลภายในcontainer ให้มีการไหลเวียนของอากาศได้ดีด้วย มิฉะนั้นจะทำให้ผลิตผลเสียหายได้ อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายของการใช้ไนโตรเจนเหลวและคาร์บอนออกไซด์เหลว ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการใช้น้ำแข็ง ข้อดีของวิธีนี้ก็คือ สามารถใช้ได้สะดวก สะอาด และใช้ลด field heat ได้ดี สามารถนำไปปฏิบัติในแปลงพร้อมกับรถเย็นได้ ลดค่าใช้จ่ายในการสร้างcooling unit (ไนโตรเจนเหลวและคาร์บอนออกไซด์เหลว 1 กก.เมื่อกลายเป็นก๊าซที่ 0°C สามารถดูดความร้อนได้เท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำแข็ง 1.2 กิโลกรัม ส่วนน้ำแข็งแห้ง มีอุณหภูมิ -78°C สามารถดูดซึมความร้อนได้เท่ากับน้ำแข็ง 1.8 กิโลกรัม) และข้อดีอีกอย่างกก็คือไม่ทำให้อาหารเปียกชื้นซึ่งจะใช้กับผลิตผลที่ไม่สามารถถูกน้ำได้ และยังสามารถทำให้มีปรับสภาพบรรยากาศของการเก็บรักษาทำให้ผักผลไม้บางชนิดคงสภาพสดได้ดีขึ้น

วิธีกาลดความร้อนแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียต่างกัน และเหมาะสมกับผักและผลไม้แต่ละชนิดผักหรือผลไม้บางอย่าง อาจทำการลดอุณหภูมิได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดและโครงสร้างของผักและผลไม้ชนิดนั้นๆ ตัวย่างวิธีการลดความร้อนที่เหมาะสมของผักและผลไม้บางชนิด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิธีการลดความร้อนที่เหมาะสมของผักและผลไม้

Air cooling	Forced-Air	Hydrocooling	Top Icing	Vacuum cooling
องุ่น	ส้ม	แอปเปิ้ล	แคนตาลูป	หน่อไม้ฝรั่ง
พลัม	สตอเบอรี่	หน่อไม้ฝรั่ง	ผักปวยเล้ง	ข้าวโพดหวาน
เชอรี่	แตง	ข้าวโพดหวาน	ผักใช้ราก	เชอรี่
ผลไม้พวกเบอรี่	มะเขือเทศ	เชอรี่		ผักกาดหอมห่อ
ท้อ	ท้อ	แครอท		ถั่วฝักสดชนิดต่างๆ
แอปเปิ้ล	องุ่น	สาลี่		
สาลี่	แอปเปิ้ล			

ที่มา : *ดร. ดนัย บุณยเกียรติ และ ดร. นิธิยา รัตนาปนนท์ 2537*

2.2.3 อัตราเร็วของการลดอุณหภูมิของผักและผลไม้

อัตราเร็วของการลดอุณหภูมิของผักและผลไม้ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

2.2.3.1ความแตกต่างของอุณหภูมิเริ่มต้นกับอุณหภูมิตัวกลางที่ทำให้เย็น

2.2.3.2ชนิดตัวกลางทำความเย็น

2.2.3.3ความสามารถของตัวกลางทำความเย็นที่ผ่านเข้าไปในผักและผลไม้

2.2.3.5รูปร่างของผักและผลไม้ ซึ่งจะมีผลต่ออัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรหรือน้ำหนัก

2.2.3.6ความร้อนจำเพาะ ความสามารถในการนำความร้อน (Thermal conductivity) และการถ่ายเทความร้อนระหว่างผักผลไม้กับตัวกลาง ความร้อนจะเคลื่อนที่จากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำเสมอ

2.2.3.7ปริมาตรและความเร็วของตัวกลางที่ไหลผ่านผักหรือผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.8ขนาดของเครื่องทำความเย็นที่ใช้ ซึ่งขึ้นอยู่กับ

-ความร้อนจำเพาะของผักและผลไม้

-Vital heat ของผักและผลไม้

-อุณหภูมิเริ่มต้นและสุดท้ายของผักและผลไม้

-ปริมาณของผักและผลไม้

อัตราเร็วการลดอุณหภูมิสามาแสดงได้โดยใช้ half-cooling time ($t_{1/2}$) half-cooling timeคือเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิที่แตกต่างระหว่างระหว่างอุณหภูมิของผักผลไม้กับอุณหภูมิของตัวกลางที่ทำให้ผักและผลไม้เย็นลงครึ่งหนึ่ง ระยะเวลาจะมากหรือน้อยขึ้นกับอุณหภูมิเริ่มต้นของผักผลไม้และอุณหภูมิของตัวกลาง แต่ไม่สามารถใช้กับการลดอุณหภูมิโดยลดความดัน เพราะการกำจัดความร้อนโดยวิธีนี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวกลางที่ทำให้เย็นแต่ขึ้นกับการระเหยน้ำออกจากผักและผลไม้ เมื่อทราบค่า half-cooling time และสถานะการณ์ของการลดอุณหภูมิจะทำให้สามารถคาดคะเนได้ว่า เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผักและผลไม้ จนถึงอุณหภูมิที่ต้องการควรเป็นเวลาเท่าไร

2.3คาร์บอนไดออกไซด์

2.3.1 คุณสมบัติของคาร์บอนไดออกไซด์

2.3.1.1 สามารถอยู่ได้ 3สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

2.3.1.2 ของแข็งจะถูกเก็บที่บรรยากาศปกติ โดยมีอุณหภูมิของตัวมันเองประมาณ -78 องศาเซลเซียส

2.3.1.3 ของเหลวจะถูกเก็บที่บรรยากาศที่มีความดันประมาณ 18 เท่าของบรรยากาศโดยจะมีอุณหภูมิของตัวมันเองประมาณ -25°C

2.3.1.4 คาร์บอนไดออกไซด์ในสถานะก๊าซ ได้มาจากการเก็บของเหลวในภาชนะทนความดันที่ประมาณ 80 เท่าของความดันบรรยากาศ

2.3.1.5 การสัมผัสก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะไม่เป็นอันตราย แต่น้ำแข็งแห้งไม่ควรจับด้วยมือเปล่าเนื่องจากเย็นจัด ทำให้ความร้อนในร่างกายวิ่งไปที่จุดเดียวกัน บนมือเกิดความร้อนจัดทำให้ไหม้ได้

2.3.2 ประโยชน์ของคาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรม

คาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารที่ได้รับการยืนยันจากองค์การคุ้มครองเพื่อความปลอดภัยและสุขภาพของสหรัฐอเมริกา (U.S. Occupation Safety and Health Administration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ OSHA) ว่าไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ทาง OSHA ได้กำหนดขีดจำกัดค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศภายในโรงงานไว้ไม่เกิน 10,000 ppm. สำหรับสถานที่ที่คนต้องปฏิบัติงานติดต่อกัน 8 ชม. คาร์บอนไดออกไซด์ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ต่างๆ มากมาย เช่นใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง ใช้ควบคุมความเป็นกรดด่าง ในอุตสาหกรรมกระดาษและอุตสาหกรรมสิ่งทอ ใช้ในขบวนการอบรมควันเพื่อฆ่าแมลง เป็นต้น

2.3.2.1 คาร์บอนไดออกไซด์ควบคุมค่า pH คาร์บอนไดออกไซด์ถูกใช้ในการปรับ pH ของน้ำ ทิ้งหรือน้ำหลังการบำบัดแล้วมีอัลคาไลน์สูง หรือมี pH อยู่ในช่วง 12-13 เมื่อใช้คาร์บอนไดออกไซด์หรือคาร์บอเนตไฮโดรเจน อิออนอิสระจะเข้าทำปฏิกิริยากับไฮดรอกไซด์ จึงเป็นการช่วยลด pH และไบคาร์บอเนตจะเป็นเสมือนสารละลายบัฟเฟอร์โดยธรรมชาติและทำให้ระบบเข้าสู่ สมดุลทำให้สารละลายไม่เป็นกรดมากเกินไปจนมีฤทธิ์กัดกร่อน

2.3.2.2 คาร์บอนไดออกไซด์ใช้อบรมควันฆ่าแมลง ในระบบนี้ คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกเก็บไว้ในรูปของเหลว ที่ $0^{\circ}C$และเปลี่ยนเป็นก๊าซโดยผ่านเครื่องระเหยทำเป็นไอแล้วถูกส่งผ่านไปยังตัวกรอง และวาล์วควบคุมความดันโดยก๊าซจะถูกลดความดันลงประมาณ 10 psig เพียงพอจะเป็นแรงที่ผลักดันคาร์บอนไดออกไซด์ให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กมาก ทำให้สามารถซึมผ่านเข้าส่วนต่าง ๆ ของถังเก็บเมล็ดพืช โดยที่ภายในถังมีคาร์บอนไดออกไซด์ 60 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 4 วัน

2.3.2.3 คาร์บอนไดออกไซด์ใช้เป็นสารทำความเย็นในระบบทำความเย็น การขนส่งอาหาร แช่เย็นและอาหารแช่แข็ง โดยใช้รถไฟหรือรถพ่วงที่ติดตั้งระบบทำความเย็น ซึ่งเรียกว่า รีเฟอร์ (Refer) มีการนำคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้แทนระบบทำความเย็นเชิงกล ที่ยังคงใช้สาร CFC และสาร HCFC การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเพียงเล็กน้อยสามารถควบคุมการลดอุณหภูมิได้เร็ว โดยอาหารแช่แข็งจะถูกฉีดเข้าไปในช่องว่างด้านบนหลังคา (Insulated Car) ที่ปิดสนิทคาร์บอนไดออกไซด์เหลวจะถูกฉีดเข้าไปในช่องว่างด้านบนหลังคา (Overhead) ที่ความดัน 30 psig คาร์บอนไดออกไซด์เหลวที่ถูกฉีดเข้าไปจะขยายตัวผสมกับอากาศภายในอยู่ในรูปของก๊าซผสม และจะพบคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในรูปของแข็ง ซึ่งเป็นตัวควบคุมทำให้เกิดความเย็นสำหรับการแช่แข็งได้มากกว่า 7 ถึง 20 วัน

2.3.3 บทบาทของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

2.3.3.1 ชะลออัตราการหายใจของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการหายใจของพืชจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไปจะมีผลต่อเซลพืชเกิดการเน่าเสียเร็วยิ่งขึ้น ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของพืช

2.3.3.2 ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด

เป็นเพียงการยับยั้งการเจริญเติบโตเท่านั้นไม่ได้ทำลาย หรือ ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งต้องใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นอย่างน้อยร้อยละ20 สมดุลในบรรยากาศ ผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแบบเลือกเฉพาะ ดังนี้คือ

1 แบคทีเรียที่ชอบอากาศและเชื้อราทั่วไป ไม่สามารถเจริญเติบโตในบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากๆ

2 แบคทีเรียที่ชอบอากาศน้อยๆ (Slightly aerobic bacteria) ยังคงเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก

3 แบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งสภาพที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (Facultative anaerobic bacteria) พบว่าที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูง มิได้ช่วยยับยั้งการเติบโต บางกรณียังช่วยเร่งการเติบโตของแบคทีเรียเหล่านี้ด้วย

4 แบคทีเรียที่ไม่ชอบอากาศ (Anaerobic bacteria) เจริญเติบโตได้ในสภาพที่ไร้ออกซิเจนแต่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10-20 แต่ถ้าเพิ่มออกซิเจนเล็กน้อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตได้

5 ยีสต์ค่อนข้างทนทานต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงพบการเจริญเติบโตของยีสต์ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงๆ

2.3.3.4 สามารถละลายได้ดีในน้ำและไขมัน

การละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง ดังจะสังเกตได้จากการยุบตัวลงของภาชนะบรรจุ เนื่องจากความดันภายในต่ำกว่าความดันบรรยากาศ นอกจากนี้หากการละลายสูงมากพอจะทำให้เกิดกลิ่นรสของกรดในผลิตภัณฑ์อาหารได้ จึงต้องจำกัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เหมาะสมกับประเภทของผลิตภัณฑ์อาหาร

2.4 องค์ประกอบเคมีและการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว

ในปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มให้ความสนใจในเรื่องขององค์ประกอบของผักและผลไม้อย่างมาก โดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้ว จะระบุสัดส่วนขององค์ประกอบไว้อย่างชัดเจน ผักและผลไม้เป็นสิ่งที่มีชีวิต มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา องค์ประกอบทางเคมีของผักผลไม้ก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย และส่วนมากเปลี่ยนไปในทางที่ทำให้คุณภาพลดลง ในการที่จะเก็บรักษาผักและผลไม้ไว้ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นานที่สุดจำเป็นต้องรู้ถึงองค์ประกอบต่างๆที่มีอยู่ในผักและผลไม้แต่ละชนิดและการเปลี่ยนแปลงของมันในสภาพแวดล้อมต่างๆกัน โดยจะกล่าวถึงองค์ประกอบแต่ละประเภทเป็นข้อๆไป

2.4.1 คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

คาร์โบไฮเดรตในผักและผลไม้แม้ว่าจะไม่ใช่แหล่งสำคัญสำหรับความต้องการคาร์โบไฮเดรตของมนุษย์แต่ก็เป็นองค์ประกอบสำคัญในผักผลไม้ที่ให้ทั้งรสชาติ คุณค่าอาหาร และเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวค่อนข้างมาก เพราะคาร์โบไฮเดรตในผักและผลไม้มีอยู่ทั้งในรูปของอาหารสะสม เช่น แป้ง และน้ำตาลชนิดต่างๆ ที่ให้รสชาติและในรูปของโครงสร้างที่ให้ความแข็งแรงอีกด้วย ได้แก่ เซลลูโลส และสารพวกเพกติน ต่างๆ

2.4.1.1 น้ำตาล น้ำตาลในผักและผลไม้ที่สำคัญมี 3 ชนิดคือ น้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส ภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วแต่ชนิดของผลิตผลและสภาพแวดล้อม โดยปกติผลิตผลที่มีการหายใจตลอดเวลาจะใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารหรือพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณที่สะสมอยู่ลดลง ปริมาณน้ำตาลที่ลดน้อยลงเนื่องจากการหายใจนี้นับว่าต่ำมากเมื่อเทียบกับการสูญเสียน้ำ หรือการเปลี่ยนน้ำตาลไปอยู่ในรูปต่างๆ เช่น หน่อไม้ฝรั่ง หรือข้าวโพดฝักอ่อน เมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้วหากไม่ได้เก็บไว้ในที่เย็น น้ำตาลจะหมดไปอย่างรวดเร็วทำให้มีรสชาติจืด

2.4.1.2 แป้ง มีการสะสมแป้งไว้เป็นแหล่งอาหารสำรองโดยเฉพาะในพืชหัว แต่ในผลไม้ที่มีการสะสมแป้งอยู่มาก เช่น กล้วย มะม่วง และทุเรียน เมื่อผลไม้สุกแป้งจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของน้ำตาลทำให้ผลไม้มีรสหวาน

2.4.1.3 คาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นๆ ผักและผลไม้ยังมีคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของผนังเซลล์ คือ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพกทิน ซึ่งมีความสำคัญในด้านเนื้อสัมผัส เมื่อผลไม้สุกส่วนมากเนื้อจะนิ่มลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุลต่าง ๆ ภายในผนังเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพกตินซึ่งแต่เดิมอยู่ในรูปของ protopectin ซึ่งไม่ละลายน้ำเปลี่ยนเป็นรูปที่ละลายน้ำได้

2.4.2 โปรตีน (Protein)

ผักและผลไม้ไม่ใช่แหล่งโปรตีนที่สำคัญเพราะปริมาณโปรตีนในผักและผลไม้มีอยู่น้อย และไม่มีส่วนในการให้รสชาติของผักและผลไม้โดยตรงเหมือนน้ำตาลหรือกรด แต่ก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับรสชาติของผลิตผลต่างๆอย่างมากทีเดียว เช่น หลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานในเวลาไม่นานน้ำตาลจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแป้ง ทำให้รสหวานหมดไป มีสาเหตุเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์(โปรตีน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ไขมัน

สารประกอบไขมันในผลิตผลทางพืชสวนก็เช่นเดียวกับโปรตีน มีปริมาณอยู่น้อยมากยกเว้นในผลไม้บางชนิด เช่น อะโวกาโด ไขมันที่มีอยู่ในผลิตผลทางพืชสวนนั้นมีอยู่ 3 รูปแบบ คือ อาหารสะสม อาหารปกคลุมผิว และองค์ประกอบของ membrane ต่างๆ

2.4.3.1 ไขมันในรูปอาหารสะสม ส่วนของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวหรือ double bond อยู่ในโมเลกุล เช่น กรด oleic จะถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดเป็นสารประกอบที่ไม่อยู่ตัวซึ่งทำปฏิกิริยากับน้ำที่มีอยู่ในผลิตผลได้เป็นสารที่มีกลิ่นหืน ดังนั้นควรจัดเก็บในสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนและความชื้นอยู่น้อยที่สุด

2.4.3.2 ไขมันในรูปสารปกคลุมผิว สารประกอบไขมันที่เป็นส่วนปกคลุมผิวของผลิตผลได้แก่ wax cutin และ suberin ในส่วนผิวผักและผลไม้ทั่วไปจะมี wax และ cutin อยู่รวมกันในชั้นของ cuticle โดย wax จะทำหน้าที่ในการป้องกันการคายน้ำได้ดีกว่า cutin

2.4.3.3 ไขมันในเยื่อหุ้มต่างๆ ภายหลังการเก็บเกี่ยวเยื่อหุ้มต่างๆจะเสื่อมสภาพลง การควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ จะเสื่อมลงทำให้ substrate ต่างมีโอกาศสัมผัสกับเอนไซม์ได้โดยขาดการควบคุม ทำให้เซลล์ขาดสมดุลและตายในที่สุด นอกจากนั้นแล้วอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ของผลิตผลต่างๆที่ไม่เหมือนกันนั้น มีผู้สันนิษฐานว่าเกิดจาก fatty acid chain ของ phospholipid ในเยื่อหุ้มแตกต่างกัน กล่าวคือพวกที่เกิดอาการสะท้านหนาวได้ง่ายจะเป็นพวกที่มีกรดไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบของ phospholipid ของเยื่อหุ้มต่างๆ และจะเปลี่ยนสภาพจากลักษณะที่อ่อนตัวมาเป็นลักษณะแข็งตัว ทำให้การทำงานของเยื่อหุ้มนั้นเสื่อมลง เป็นผลเสียตามมา เช่น การสะสมของสารพิษทำให้ผลิตผลเสื่อมคุณภาพและตายลง

2.4.4 กรดอินทรีย์

กรดอินทรีย์มักถูกเก็บสะสมไว้ในแวคิวโอลในปริมาณมากและมีบทบาทสำคัญในการให้รสชาติของผลไม้ โดยทั่วไปขณะที่ผลไม้ยังอ่อนจะมีปริมาณกรดอยู่มากไม่เหมาะกับการรับประทานขณะเดียวกันก็ไม่เหมาะต่อการเข้าทำลายของโรคด้วย เพราะสภาพที่มีกรดสูงทำให้ pH ต่ำ ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เมื่อผลไม้สุก pH จะลดลงมา ยกเว้นในกล้วยหอม กรดจึงมีส่วนช่วยในการป้องกันรักษาผลไม้ระหว่างการเจริญเติบโต

2.2.5 สารสี(Pigment)

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลต่างๆ มักมีการเปลี่ยนแปลงสีเกิดขึ้น โดยเฉพาะสีเขียวจะหายไปและมักปรากฏสีเหลืองหรือแดงขึ้นแทน สีต่างๆของผลิตผลที่เราเห็นนี้เกิดจากสารสีต่างๆที่อยู่ในเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5.1 คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) โดยทั่วไปการสูญเสียสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์จากผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้วบ่งบอกถึงความชราภาพ ซึ่งต้องป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในผักสดชนิดต่างๆ แต่ในผลไม้การหมดไปของสีเขียวแสดงให้เห็นถึงคุณภาพที่เหมาะกับการรับประทาน การป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ทำได้โดยการลดอุณหภูมิของผลิตผลลง และเนื่องจากคลอโรฟิลล์จะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจน การเก็บรักษาภายใต้บรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ด้วย นอกจากนั้นแสงสว่างยังช่วยชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ซึ่งเห็นได้ชัดในผักรับประทานใบเพราะมีการสังเคราะห์แสงมีคลอโรฟิลล์มาทดแทนที่สูญเสียไป

การสูญเสียสีเขียวของผลิตผลมักเกิดขึ้นพร้อมๆกับ การปรากฏขึ้นของสีเหลืองและสีแดงซึ่งเป็นสารสีอีกประเภทหนึ่งคือ คาโรทีนอยด์(carotenoids)

2.4.5.2 คาโรทีนอยด์ (carotenoids) ในผักและผลไม้มักจะมีคาโรทีนอยด์ และแซนโทฟิลล์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ แต่ถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บดบังไว้ ต่อมาเมื่อผักและผลไม้เข้าสู่วัยชราภาพ คลอโรฟิลล์สลายตัว สีของคาโรทีนอยด์จะปรากฏขึ้นให้เห็นโดยปริมาณของคาโรทีนอยด์ในผักและผลไม้ค่อนข้างคงที่ไม่เพิ่มขึ้นแต่อย่างใดไม่ขึ้นกับเวลาและการเก็บรักษา

2.4.5.3 แอนโทไซยานิน (Anthocyanine) เป็นสารที่ละลายน้ำ มีอิทธิพลต่อสีค่อนข้างมาก ทำให้เกิดสีในช่วงสีม่วง แดง และน้ำเงิน โดยจะบดบังสีเขียวและสีเหลืองของคลอโรฟิลล์หรือคาโรทีนอยด์ สีและการเปลี่ยนแปลงของแอนโทไซยานินขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น แสง ออกซิเจน ความร้อน สภาพความเป็นกรดด่าง เอมไซม์ เปอร์ออกไซด์ วิตามิน ซี ไอออนของโลหะ

2.4.6 สารประกอบฟีนอล

ความสำคัญของสารปะกอบฟีนอลอาจแยกออกได้ 3 ประการด้วยกัน

2.1.6.1 การต้านทานโรค สารปะกอบฟีนอลหลายชนิดสามารถป้องกันหรือยับยั้งการเจริญโตของเชื้อรา

2.4.6.2 รสฝาด ซึ่งขึ้นกับปริมาณของสารประกอบฟีนอล เมื่อโมเลกุลของประกอบฟีนอลรวมตัวกันและใหญ่ขึ้นเรื่อยรสฝาดก็จะลดลง

2.4.6.3 สี

2.4.7 สารระเหย (Volatiles)

ในการเก็บรักษาผักและผลไม้เป็นระยะเวลานานในสภาพที่เหมาะสม เช่น ที่อุณหภูมิต่ำ ถึงแม้ว่าผักและผลไม้จะคงสภาพที่ปรากฏให้เห็นดีอยู่ แต่กลิ่นรสจะด้อยลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1.ข้าวโพดฝักอ่อน โดยในการทดลองครั้งที่1 ใช้ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ2 จากตำบล บ้านยาง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ซึ่งมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 40-45 วันหลังจากการปลูก เก็บเมื่อวันที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2541 เวลา 11.00 นาฬิกา และในการทดลองครั้งที่ 2 ใช้ข้าวโพดพันธุ์411ซีบร้า จากอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 40-45 วันหลังจากการปลูก เก็บเมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541 เวลา 10.00 นาฬิกา ขนาดที่ใช้ในการทดลอง คือ ฝักยาว 4-9 ซม.และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-1.5 ซม. โดยคัดเลือกฝักที่ไม่มีรอยช้ำ และตำหนิ

3.1.2 น้ำแข็งแห้ง ของบริษัท ทีไอจี แอร์เคมีคัล จำกัด

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 กล่องควบคุมอุณหภูมิขนาดภายใน 40X50X40 ซม.(ภายนอก 61X51X47 ซม.)

3.2.2 ถาดโฟมขนาด 14.6X11.8X2.2 ซม.

3.2.3 ฟิล์ม PVC

3.2.4 ตะแกรง

3.2.5 เทอร์โมคัปเปิ้ล(CHINO) Model bl 160-NDN No 963A011

3.2.6 ตาชั่ง ขนาด 1กิโลกรัม

3.2.7 ตู้เย็น (SANYO) รุ่นMIR-153

3.2.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อน ซึ่งได้แก่

3.2.8.1 Munsell color book

3.2.8.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser TA-XT2125 specification)โดยเลือกใช้หัวprobe แบบVolidkevich Bite jaw (HDP/VB)

3.2.8.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด

3.2.8.4 เครื่องปั่นไฟฟ้า

3.2.8.5 Hand refractometer N-1 (0-32°Brix)

3.2.8.6 pH meter WTW pH 522

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96783

3.3 สารเคมี

3.3.1.สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 0.1 N

3.3.2.สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1%

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำ

ทดลองบรรจุน้ำแข็งแห้งลงในกล่อง เพื่อศึกษาอัตราการลดอุณหภูมิ โดยบรรจุน้ำแข็งแห้ง ปริมาณ 1, 2 และ3 กิโลกรัม ทำการจัดวางในลักษณะที่ต่างกันเพื่อเลือกวิธีการจัดวางน้ำแข็งแห้งที่สามารถลดอุณหภูมิได้อย่างเหมาะสม บันทึกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

3.4.2 ศึกษาปริมาณข้าวโพดอ่อนที่เหมาะสมต่อน้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม

3.4.2.1 คัดขนาดข้าวโพดฝักอ่อน ความยาว 4-9 cm เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก 1-1.5 cm. ซึ่งเป็นขนาดที่ส่งออกกันเป็นส่วนใหญ่ บรรจุข้าวโพดฝักอ่อนลงถาดโฟมขนาด 14.6x11.8x2.2 cm. น้ำหนักบรรจุถาดละ 60-70 กรัม ห่อด้วยฟิล์ม PVC

3.4.2.2 ทำการลดอุณหภูมิข้าวโพดอ่อนที่บรรจุแล้วในกล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำโดยใช้น้ำแข็งแห้ง และข้าวโพดอ่อน 12 ถาด บันทึกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทุก 5 นาที จนได้อุณหภูมิภายในข้าวโพดฝักอ่อนต่ำกว่า 10 $^{\circ}$Cภายในเวลาที่ใช้ลดอุณหภูมิประมาณ 2-3 ชั่วโมง

3.4.2.3 ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนปริมาณข้าวโพดฝักอ่อนที่ใส่ลงกล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำเป็น 12 ถาด 18 ถาด และ 24 ถาด

3.4.3 การศึกษาการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนหลังผ่านการลดอุณหภูมิ

3.4.3.1 เก็บตัวอย่างข้าวโพดฝักอ่อนจากแหล่งผลิต มาทำการลดอุณหภูมิในลักษณะต่างๆกัน 4 ชุดทดลอง (Treatment) ดังนี้

1 ชุดทดลองควบคุมไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ (Control)

2 ชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิทันทีหลังการเก็บเกี่ยว (Precooling)

3 ชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิหลังจากเก็บเกี่ยวและปอกเปลือกแล้ว 6 ชั่วโมง (Precooling Delay 6 hours)

4 ชุดทดลองที่ทำการลดอุณหภูมิหลังจากเก็บเกี่ยว 24 ชั่วโมง (Precooling Delay 24 hours)

3.4.3.2 เก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนทั้ง 4 ชุดตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 8°C และทำการวิเคราะห์คุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนภายหลังการเก็บเกี่ยวทุกๆ 5 วันทันที และนำข้าวโพดฝักอ่อนทั้ง 4 ชุดตัวอย่าง ชุดทดลองละ 1 ถาด มาเก็บที่อุณหภูมิ 22 $^{\circ}$C เป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพ และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.4.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนภายหลังการเก็บรักษา

1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ ซึ่งได้แก่

- ลักษณะปรากฏภายนอก ประเมินผลโดยการให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏทั่วๆไปที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น ความเต่งของผิว ,การจัดเรียงของเมล็ด ,การเกิดเชื้อโรค , รอยช้ำและลักษณะผิดปกติอื่นๆ โดยแบ่งคะแนนออกเป็น 5 ระดับดังนี้ (อัญชลี และคณะ,2533)

ระดับ 5 สดมาก สีเหลืองนวล ไม่มีเชื้อโรค ไม่มีจุดสีดำที่ปลายฝัก ไข่ปลาเรียงตัวเป็นแนวระเบียบ ปราศจากตำหนิตลอดความยาวของฝัก

ระดับ 4 สด สีเหลืองนวล ซีดหรือสีเหลืองมากขึ้น ไม่มีเชื้อโรค ไม่จุดสีน้ำตาล ปราศจากตำหนิตลอดความยาวของฝัก

ระดับ 3 ความสดลดลง สีเหลืองซีดหรือคล้ำ ไม่มีเชื้อโรค เริ่มมีจุดสีน้ำตาล ปรากฏตำหนิเล็กน้อย

ระดับ 2 ไม่สด สีซีดขาว หรือเหลืองแก่ เริ่มปรากฏจุดของเชื้อโรค มีจุดสีน้ำตาลมาก ขึ้น ปรากฏตำหนิมากขึ้น

ระดับ 1 เหี่ยวสีซีดขาวหรือคล้ำ ผิวผักแห้งหรือเปียกฉ่ำที่โคนฝักเริ่มมีกลิ่นเชื้อโรค ปรากฏอยู่ทั่วไป สีน้ำตาลปรากฏอยู่ตามผิวฝัก

- สี เปรียบเทียบสีของข้าวโพดฝักอ่อนกับ Munsell color book

- การสูญเสียน้ำหนัก หาได้จาก

$$\text{การสูญเสียน้ำหนักร้อยละ} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนเริ่ม-น้ำหนักหลังเก็บ}}{\text{น้ำหนักก่อนเก็บ}} \times 100$$

-เนื้อสัมผัส วิเคราะห์ได้โดยการใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส ใช้หัววัดแบบ Volidkevich Bite jaw (HDP/VB) และกดด้วยความเร็ว 2 มม. /นาที กดลง 50%ของฝัก บริเวณห่างจากโคนฝัก 2 ซม.

2 การวิเคราะห์ทางเคมี

- ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง วัดโดยใช้เครื่อง pH meter

- ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้ Refractometer N1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (acidity as citric acid) โดยใช้วิธีการไตเตรตกับสารละลายด่าง(โซเดียมไฮดรอกไซด์)มาตรฐาน 0.1 N

3 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

สี	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	การยอมรับ
1 = สีน้ำตาล	1 = กรอบมาก	1 = เปรี้ยว	1 = ไม่ชอบมากที่สุด
2 = สีเหลืองขีดมากหรือสีคล้ำ	2 = กรอบ	2 = เปรี้ยวอมจืด	2 = ไม่ชอบมาก
3 = สีเหลืองขีดหรือเข้มขึ้นเล็กน้อย	3 = กรอบเล็กน้อย	3 = จืด	3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = สีเหลืองนวล	= นิ่ม	4 = หวานอมจืด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
5 = สีเหลืองนวลสดใส	5 = นิ่มมาก	5 = หวาน	5 = เฉยๆ
		6 = หวานมาก	6 = ชอบเล็กน้อย
			7 = ชอบปานกลาง
			8 = ชอบมาก
			9 = ชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15469

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในกล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำ

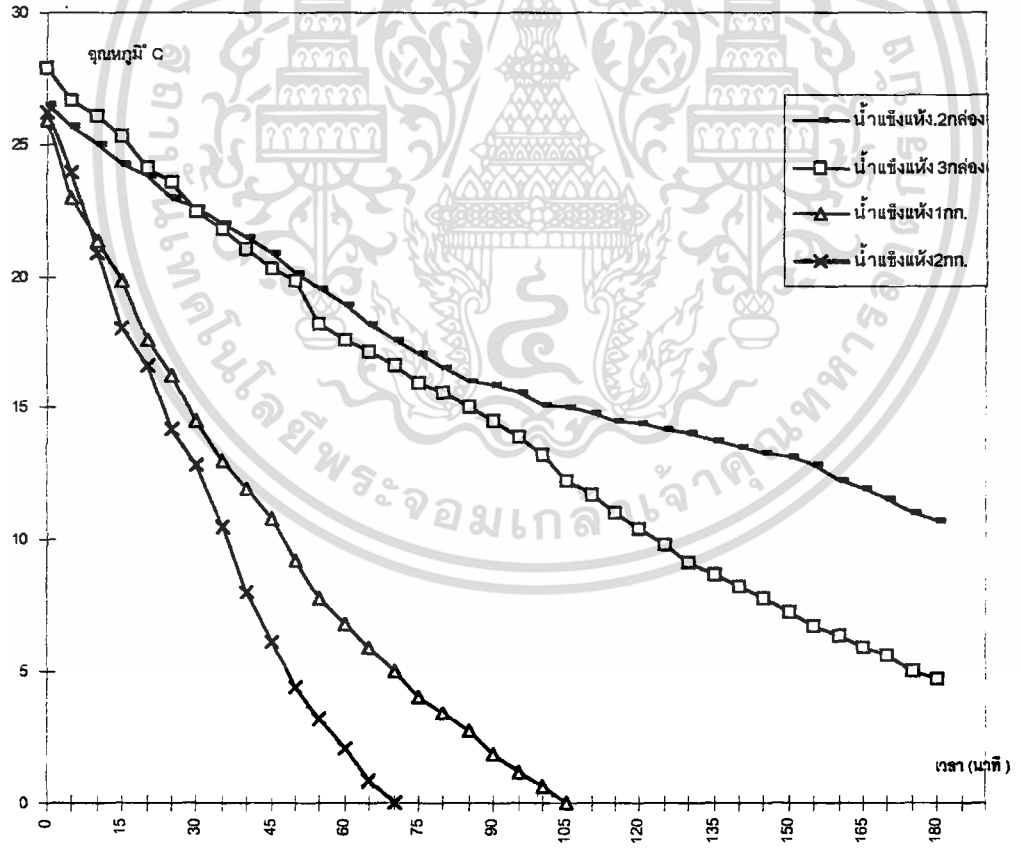
โดยนำน้ำแข็งแห้งมาจัดวางในกล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำในลักษณะต่างๆ ดังนี้

1 น้ำแข็งแห้งบรรจุในกล่องโฟม โดยบรรจุน้ำแข็งแห้งกล่องละ 1 กิโลกรัม จำนวน 2 กล่อง วางกล่องโฟมติดผนังในระดับกึ่งกลางกล่อง

2 น้ำแข็งแห้งบรรจุในกล่องโฟม โดยบรรจุน้ำแข็งแห้งกล่องละ 1 กิโลกรัม จำนวน 3 กล่อง วางกล่องโฟมติดผนังในระดับกึ่งกลางกล่อง

3 น้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม วางบนตะแกรง ซึ่งสูงจากพื้นกล่อง 30 เซนติเมตร

4 น้ำแข็งแห้ง 2 กิโลกรัม วางบนตะแกรง ซึ่งสูงจากพื้นกล่อง 30 เซนติเมตร



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

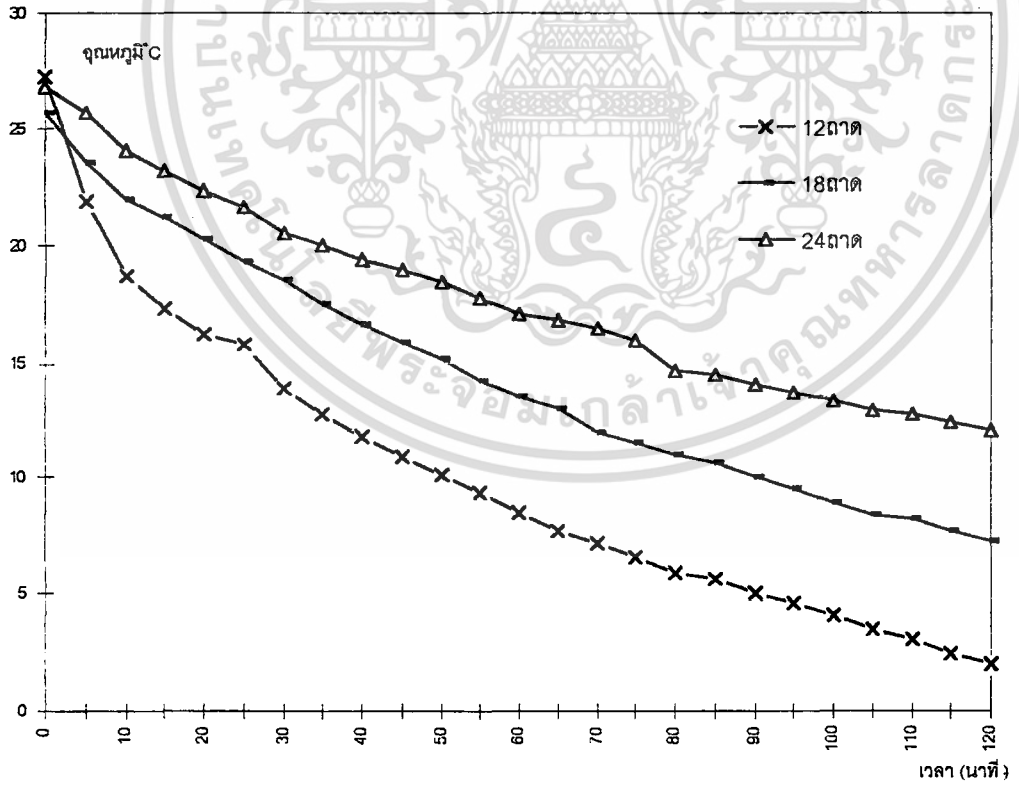
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ...

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการวางน้ำแข็งแห้งบนตะแกรงสามารถลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสได้ภายในเวลา 2 ชั่วโมง ส่วนการบรรจุน้ำแข็งแห้งลงในกล่องโฟมจำนวน 2กล่องนั้นใช้เวลาในการลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส มากกว่า 3 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม และ2 กิโลกรัม วางบนตะแกรง จะเห็นว่าสามารถลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 2 ชั่วโมงได้ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกใช้น้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัมวางบนตะแกรงมาใช้ในการศึกษาต่อไป เพราะวิธีนี้เป็นวิธีประหยัดต้นทุนได้มากกว่า

4.2 การศึกษาปริมาณข้าวโพดฝักอ่อนที่เหมาะสมต่อน้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม

จากการลดอุณหภูมิเมื่อทดลองใช้ข้าวโพดฝักอ่อนจำนวน 12 ถาด, 18 ถาด และ 24 ถาด โดยวางข้าวโพดฝักอ่อนเรียงเป็นชั้นๆละ 6 ถาด หนักถาดละ 60-70 กรัม และใช้น้ำแข้งแห้ง 1 กิโลกรัมวางบนตะแกรงซึ่งสูงจากพื้น 30 เซนติเมตร จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิดังภาพที่ 2

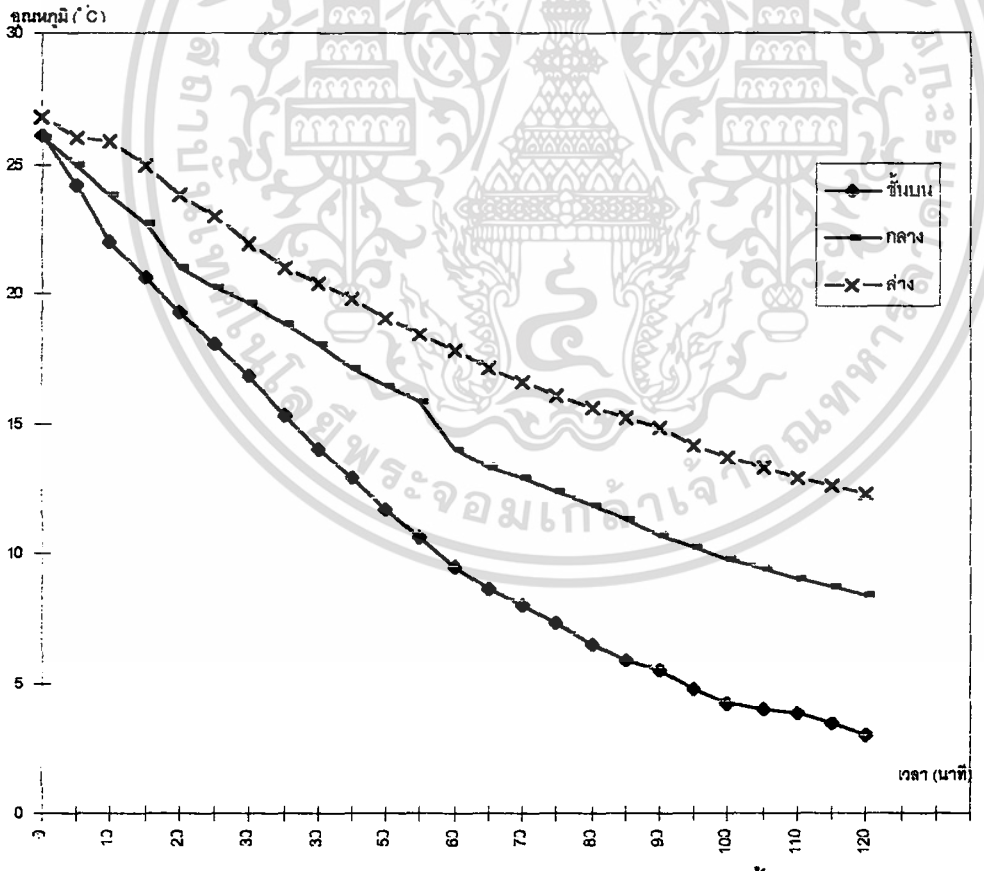


ภาพที่ 2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของข้าวโพดฝักอ่อนต่อน้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองจะพบว่า การลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนจำนวน 12 ถาด จะใช้เวลาประมาณ 60 นาที ข้าวโพดฝักอ่อน 18 ถาด ใช้เวลา ประมาณ 110 นาที และข้าวโพดฝักอ่อน 24 ถาด ใช้เวลามากกว่า 120 นาที ในการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ดังนั้นจะเห็นว่าเมื่อปริมาณข้าวโพดฝักอ่อนเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิมากขึ้นเช่นกันจำนวนถาดข้าวโพดฝักอ่อนที่เหมาะสมในการทดลองนี้คือ ข้าวโพดฝักอ่อน 18 ถาด แม้ว่าผลการลดอุณหภูมิโดยใช้ข้าวโพดฝักอ่อน 12 ถาดจะใช้เวลาน้อยกว่า แต่วิธีที่ประหยัดกว่าคือการใช้ข้าวโพดฝักอ่อน 18 ถาดส่วนการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนจำนวน 24 ถาดนั้น จะต้องใช้เวลามากกว่า 2 ชั่วโมง ซึ่งไม่เหมาะต่อการทดลอง

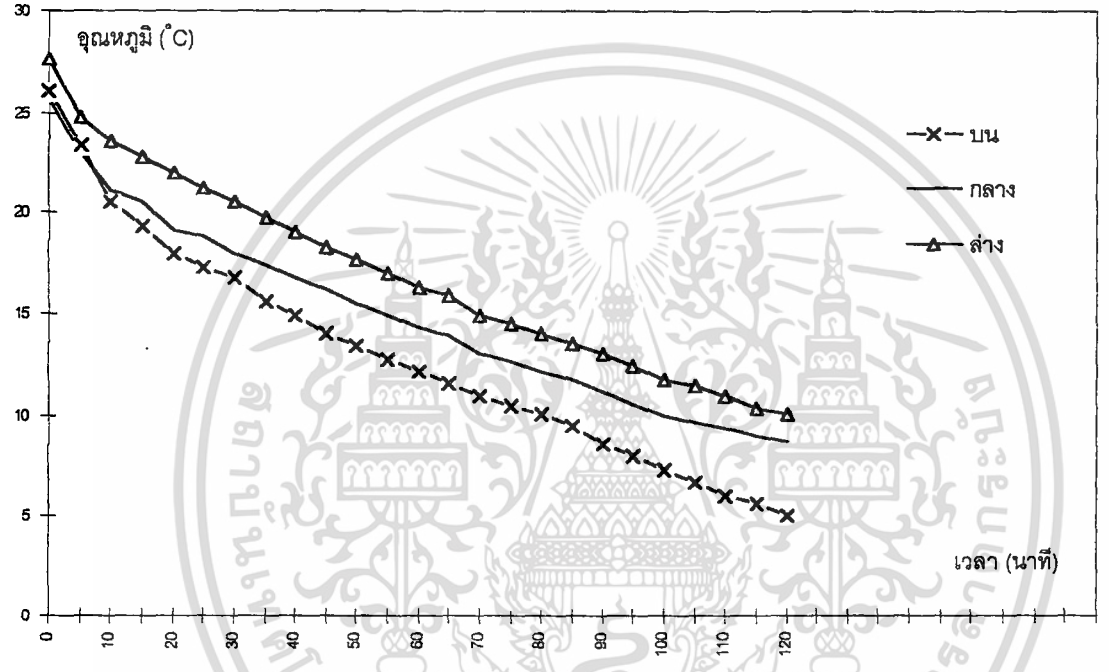
เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละชั้นของข้าวโพดฝักอ่อน เมื่อใช้น้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม และข้าวโพดฝักอ่อนจำนวน 18 ถาด จากภาพที่ 3 พบว่าอุณหภูมิในแต่ละชั้นแตกต่างกัน จึงทดลองหา วิธีการจัดวางถาดข้าวโพด เพื่อให้สามารถถ่ายเทความร้อนได้อย่างทั่วถึง



ภาพที่ 3 กราฟแสดงการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อน 18 ถาดในแต่ละชั้น โดยใช้น้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

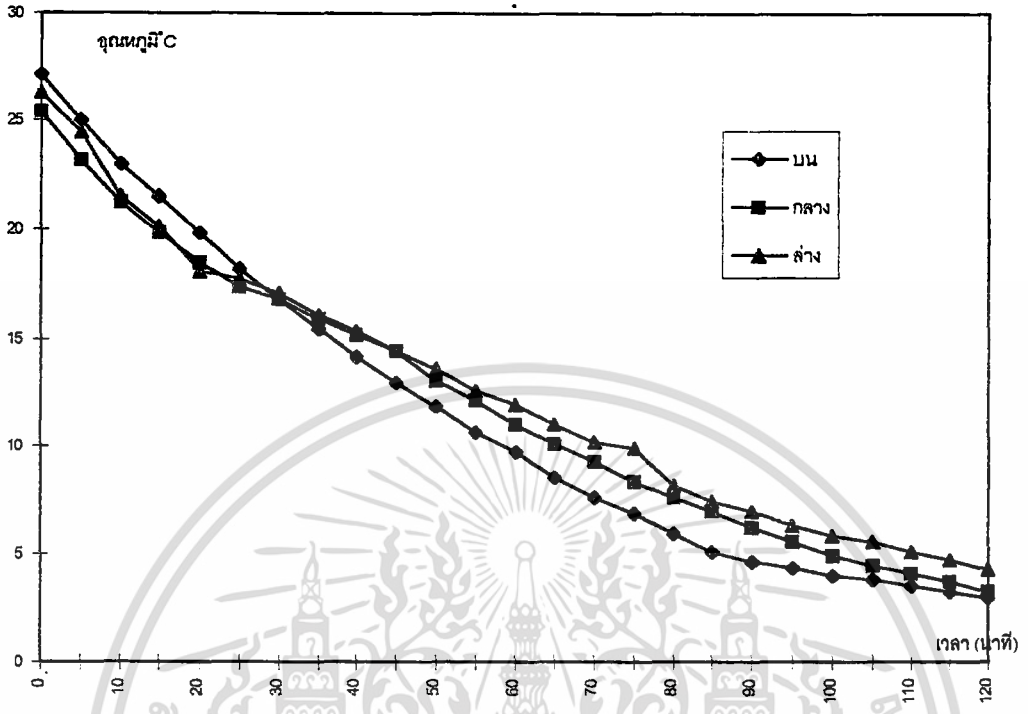
จากกภาพที่ 3 เห็นได้ว่า อุณหภูมิของข้าวโพดในถาดบนสุดจะลดต่ำกว่าข้าวโพดฝักอ่อนในชั้นอื่น เนื่องจากเมื่อน้ำแข็งแห้งระเหิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้มีความหนาแน่นมากกว่าอากาศจึงไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ข้าวโพดที่วางอยู่ชั้นบนสุดจึงมีโอกาสสัมผัสอากาศเย็นได้มาก จึงทดลองนำถาดโฟมวางครอบถาดชั้นบนสุดเพื่อชะลอการลดอุณหภูมิ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหลังจากนำถาดโฟมมาครอบเป็นดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กราฟแสดงการลดอุณหภูมิในแต่ละชั้นของข้าวโพดฝักอ่อน 18 ถาด โดยใช้น้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัมและมีถาดโฟมครอบข้าวโพดฝักอ่อนถาดบนสุด

จากภาพที่ 4 พบว่าการนำถาดโฟมมาครอบข้าวโพดฝักอ่อนในถาดชั้นบนสุด สามารถช่วยชะลอการลดอุณหภูมิของข้าวโพดในชั้นบนได้ แต่อุณหภูมิของข้าวโพดที่วางในชั้นล่างสุดนั้นยังคงสูงกว่าชั้นอื่น จึงได้ทดลองวางข้าวโพดชั้นล่างสุดให้สูงจากพื้น 4 เซนติเมตร การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของข้าวโพดฝักอ่อนในแต่ละชั้นเป็นดังภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

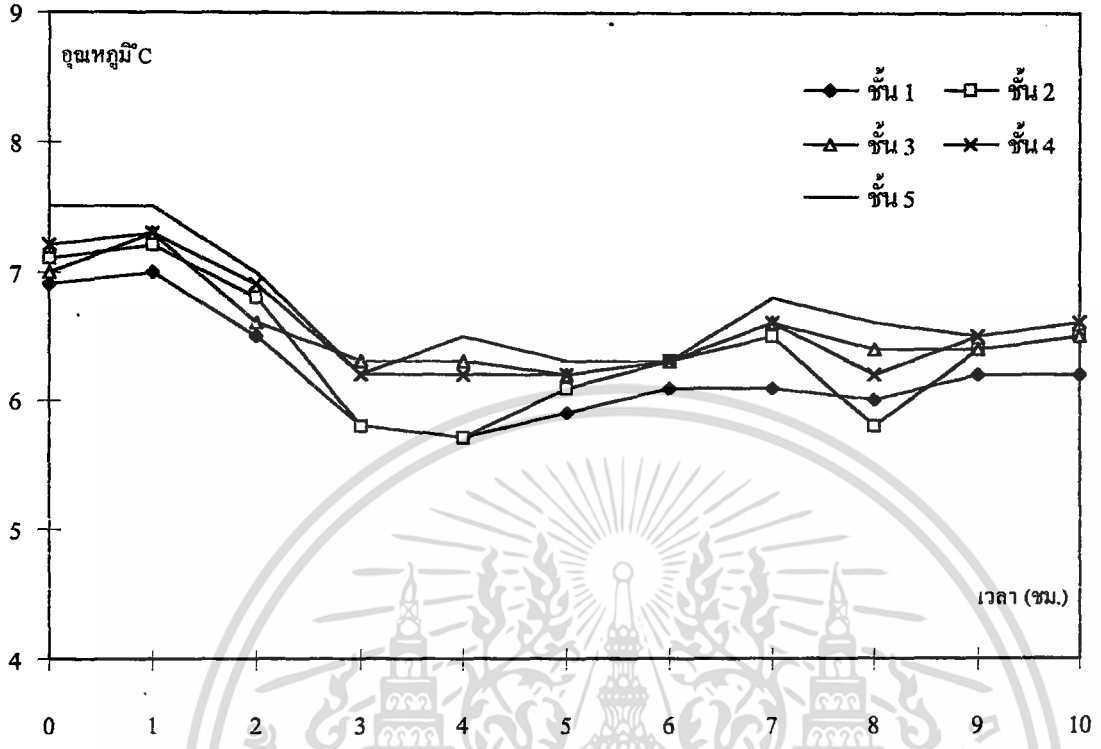


ภาพที่ 5 กราฟแสดงการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนในแต่ละชั้น โดยใช้น้ำแข็งแห้ง 1กิโลกรัม มีถาดโฟมครอบข้าวโพดฝักอ่อนถาดบนสุด และถาดล่างสุดวางสูง จากพื้น 4เซนติเมตร

จากภาพที่ 5 พบว่าการที่วางข้าวโพดชั้นล่างสุดสูงจากพื้น 4 เซนติเมตรนั้นมีส่วนช่วยให้ข้าวโพดฝักอ่อนถาดล่างสุดลดอุณหภูมิได้เร็วขึ้น เพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีการหมุนเวียนลงถึงพื้นกล่องได้

หลังจากการลดอุณหภูมิจะนำข้าวโพดฝักอ่อน ที่ได้มาการเก็บรักษาเข้าตู้เย็น SANYO รุ่นMR -153 โดยตั้งอุณหภูมิในการเก็บรักษาไว้ที่ 8 องศาเซลเซียส และจัดเรียงถาดข้าวโพดฝักอ่อนลงบนชั้นภายในตู้เย็นจำนวน 5 ชั้น ได้ทำการศึกษาความแตกต่างของอุณหภูมิตู้เย็นในแต่ละชั้น พบว่าทุกชั้นมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 6 การที่อุณหภูมิตู้เย็นไม่แตกต่างกันนั้นช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิขณะเก็บรักษาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของตู้เย็น

4.3 การศึกษาการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนหลังผ่านการลดอุณหภูมิ

จากการวิเคราะห์คุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนได้ผลการทดลองดังนี้

4.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

4.3.1.1 ลักษณะปรากฏ ภายหลังการเก็บรักษา ลักษณะปรากฏเป็นส่วนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนมากกว่าคุณสมบัติอื่นๆ และเป็นคุณสมบัติที่ผู้บริโภคใช้เป็นเกณฑ์ในการยอมรับ (อัญชลี และคณะ, 2533) ในการวิเคราะห์ได้แบ่งเกณฑ์คะแนนเป็น 5 ระดับดังที่กล่าวไว้ที่วิธีการทดลอง ผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 - 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ตารางแสดงค่าระดับคะแนนของลักษณะปรากฏของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C(การทดลองครั้งที่1)

ระยะเวลา (วัน)	ชุดทดลอง			
	Control	Precooling	Precooling Delay 6 hrs.	Precooling Delay 24hrs.
0	5	5	5	5
5	5	5	4.5	5
10	4	4.5	3.5	3.5
15	3.5*	4	3*	3
20	3*	3.5*	2.5*	3*
25	2.5*	3*	1.5*	2*

หมายเหตุ * มีราเกิดขึ้นบริเวณโคนและที่ถาด

ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของค่าระดับคะแนนลักษณะปรากฏของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C(การทดลองครั้งที่ 2)

ระยะเวลา (วัน)	ชุดทดลอง			
	Control	Precooling	Precooling Delay 6 hrs.	Precooling Delay 24 hrs.
0	5	5	4.5	5
5	5	5	4	4.5
10	4	5	3.	3.5
15	3.5	4	3	3
20	3*	3.5	2*	2.5*
25	3*	3*	2*	2*

หมายเหตุ * มีราขึ้นบรเวณโคนฝักและที่ถาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ตารางแสดงค่าระดับคะแนนของลักษณะปรากฏของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °Cแล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22°C เป็นเวลา 3 วัน (การทดลองครั้งที่ 2)

ระยะเวลา (วัน)	ชุดทดลอง			
	Control	Precooling	Precooling Delay 6 hrs.	Precooling Delay 24 hrs.
0+3	4.5	5	3	4
5+3	4	4.5	3	3.5
10+3	3.5	4	2.5	3
15+3	2*	3.5	2*	2.5
20+3	2.5*	3*	1.5*	2*
25+3	2*	2.5*	1*	1*

หมายเหตุ * มีราเกิดขึ้นบริเวณโคนและที่ถาด

จากผลการวิเคราะห์เห็นได้ว่าตัวอย่างข้าวโพดฝักอ่อนที่ลดอุณหภูมิทันทีหลังการเก็บเกี่ยว(Percooling) จะให้ลักษณะปรากฏที่ดีได้นานกว่าตัวอย่างข้าวโพดฝักอ่อนที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ(Control) ตัวอย่างข้าวโพดฝักอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิหลังทำการเก็บเกี่ยวแล้ว 24 ชั่วโมง(Precooling Delay 24 hrs.) และตัวอย่างข้าวโพดฝักอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิหลังเก็บเกี่ยวและปอกเปลือกแล้ว 6 ชั่วโมง (Precooling Delay 6 hrs) ตามลำดับ โดยเมื่อเก็บรักษาไว้ 15 วัน จะสามารถสังเกตุเห็นความแตกต่างของลักษณะปรากฏได้ และเมื่อนำมาเก็บที่ 22°C เป็นเวลา 3 วัน ตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่างจะมีลักษณะด้อยลงจากเดิม โดย Precooling Delay 6 hrs จะมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด Precooling Delay 24 hrs Control และ Precooling

เมื่อพิจารณาลักษณะปรากฏของ Precooling กับ Control จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันเล็กน้อยเนื่องจากเวลาก่อนที่จะนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C นั้นเพียง 3 ชั่วโมง ซึ่งอาจยังไม่ทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ต่างๆ ของข้าวโพดทำงานอย่างเต็มที่ แต่เห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง Precooling กับ Precooling Delay 6 hrs และ Precooling Delay 24 hrs จะมีความแตกต่างของลักษณะปรากฏกัน ซึ่งอาจเนื่องจาก Precooling Delay 6 hrs และ Precooling Delay 24 hrs มีอัตราการหายใจและคายความร้อนสูงและมีระยะเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอที่จะเร่งกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์เกิดได้อย่างเต็มที่ ซึ่งมีผลทำให้ลักษณะปรากฏของข้าวโพดฝักอ่อนด้อยลง โดยเฉพาะ Precooling Delay 6 hrs มีลักษณะทางกายภาพด้อยกว่าเพราะถูกปอกเปลือกหลังการเก็บเกี่ยวนานถึง 6 ชั่วโมง จึงได้ทำการลดอุณหภูมิ ทำให้เกิดความร้อนสูงและมีการเมแทบอลิซึมสูง ส่วน Precooling Delay 24 hrs แม้จะถูกเก็บไว้นานกว่าจึงทำการลดอุณหภูมิ แต่ในช่วงที่เก็บไว้นั้นข้าวโพดยังคงอยู่ในฝักซึ่งมีลักษณะหนาชื้นป้องกันไม่ให้เกิดการคายความร้อนได้อย่างรวดเร็ว ทำให้อัตราการเมแทบอลิซึมต่ำกว่า

4.3.1.2 สี จากการเปรียบเทียบสีของข้าวโพดฝักอ่อนที่สุ่มมา 10 ฝัก กับสีมาตรฐานใน Munsell color book ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6-8

หมายเหตุ ความหมายของค่าสีที่ให้ ดังนี้

5y8/8 หมายถึง สีเหลืองนวล สดใส

5y8/6 หมายถึง สีเหลืองนวล

5y8/4 หมายถึง สีเหลืองซีด

5y8/2 หมายถึง สีเหลืองซีดออกเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ตารางแสดงค่าสีของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C (การทดลองครั้ง ที่1)

ระยะเวลา (วัน)	ชุดทดลอง			
	Control	Precooling	Precooling Delay 6 hrs	Precooling Delay 24 hrs
0	5y8/6-/8 (7) 5y8/8 (3)	5y8/6-/8 (6) 5y8/8 (4)	5y8/6-/8 (8) 5y8/8 (2)	5y8/6-/8 (7) 5y8/8 (3)
5	5y8/6 (5) 5y8/6-/8 (3) 5y8/8 (2)	5y8/6 (1) 5y8/6-/8 (5) 5y8/8 (4)	5y8/4-/6 (1) 5y8/6 (4) 5y8/6-/8 (1) 5y8/8 (2)	5y8/6 (5) 5y8/6-/8 (2) 5y8/8 (3)
10	5y8/6 (4) 5y8/6-/8 (4) 5y8/8 (2)	5y8/6 (3) 5y8/6-/8 (4) 5y8/8 (3)	5y8/4-/6 (2) 5y8/6 (5) 5y8/6-/8 (2) 5y8/8 (1)	5y8/4-/6(2) 5y8/6 (3) 5y8/6-/8 (2) 5y8/8 (3)
15	5y8/4-/6(1) 5y8/6 (6) 5y8/6-/8 (3) 5y8/8 (1)	5y8/6 (4) 5y8/6-/8 (4) 5y8/8 (2)	5y8/4-/6 (3) 5y8/6 (4) 5y8/6-/8 (2) 5y8/8 (1)	5y8/4-/6 (2) 5y8/6 (6) 5y8/6-/8 (1) 5y8/8 (1)
20	5y8/4-/6 (2) 5y8/6 (6) 5y8/6-/8 (2)	5y8/6 (8) 5y8/6-/8 (2)	5y8/4 (1) 5y8/4-/6 (3) 5y8/6 (5) 5y8/6-/8 (1)	5y8/4-/6 (2) 5y8/6 (7) 5y8/6-/8 (1)
25	5y8/4-/6 (2) 5y8/6 (7) 5y8/6-/8 (1)	5y8/6 (9) 5y8/6-/8 (1)	5y8/4 (4) 5y8/4-/6 (4) 5y8/6 (3)	5y8/4 (2) 5y8/4-/6 (2) 5y8/6 (6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ตารางแสดงค่าสีของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C
(การทดลองครั้งที่ 2)

เวลา (วัน)	ชุดทดลอง			
	Control	Precooling	Precooling Delay 6 hrs	Precooling Delay 24 hrs
0	5y8/6 (5) 5y8/6-/8 (5)	5y8/6 (6) 5y8/6-/8 (4)	5y8/6 (5) 5y8/6-/8 (5)	5y8/6 (4) 5y8/6-/8 (6)
5	5y8/6 (7) 5y8/6-/8 (3)	5y8/6 (7) 5y8/6-/8 (3)	5y8/6 (6) 5y8/6-/8 (4)	5y8/6 (9) 5y8/6-/8 (1)
10	5y8/4-/6(1) 5y8/6 (6) 5y8/6-/8 (3)	5y8/4-/6(1) 5y8/6 (7) 5y8/6-/8 (2)	5y8/4-/6(3) 5y8/6 (4) 5y8/6-/8 (3)	5y8/4-/6(2) 5y8/6 (5) 5y8/6-/8 (3)
15	5y8/4-/6(2) 5y8/6 (5) 5y8/6-/8 (3)	5y8/4-/6(1) 5y8/6 (7) 5y8/6-/8 (7)	5y8/4-/6(3) 5y8/6 (5) 5y8/6-/8 (2)	5y8/4-/6(2) 5y8/6 (6) 5y8/6-/8 (2)
20	5y8/4 (2) 5y8/4-/6 (3) 5y8/6 (4) 5y8/6-/8 (1)	5y8/4-/6 (5) 5y8/6 (5)	5y8/4 (2) 5y8/4-/6 (5) 5y8/6 (3)	5y8/4 (1) 5y8/4-/6 (5) 5y8/6 (4)
25	5y8/4 (3) 5y8/4-/6 (4) 5y8/6 (3)	5y8/4 (1) 5y8/4-/6 (6) 5y8/6 (3)	5y8/4 (4) 5y8/4-/6 (3) 5y8/6 (1)	5y8/4 (3) 5y8/4-/6 (5) 5y8/6 (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ตารางแสดงค่าสีของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22° C เป็นเวลา 3 วัน(การทดลองครั้งที่ 2)

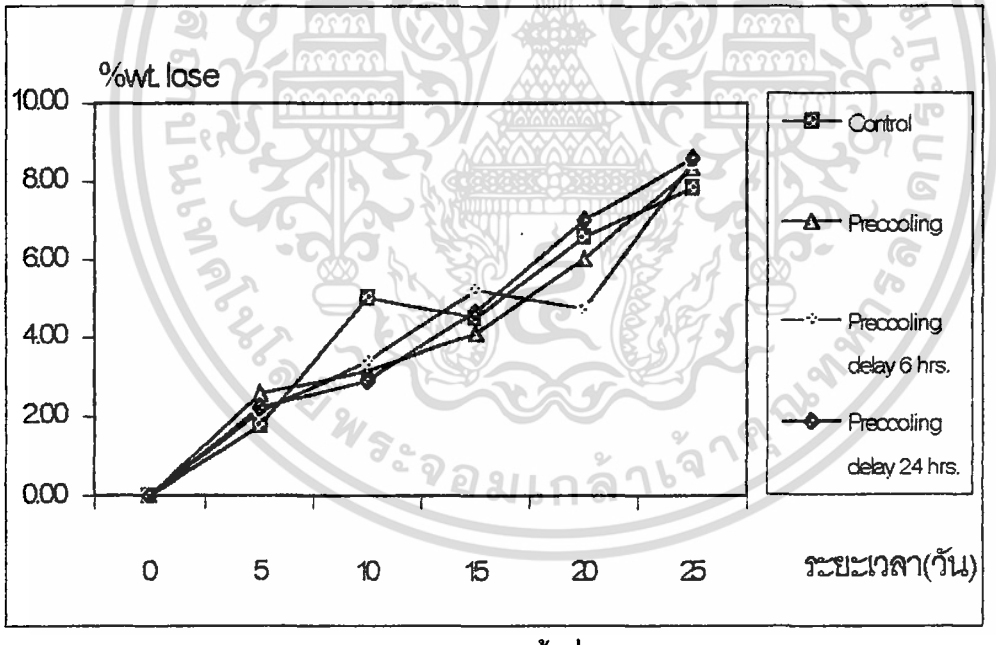
ระยะเวลา (วัน)	ชุดทดลอง			
	control	Precooling	Precooling Delay 6 hrs	Precooling Delay 24 hrs
0+3	5y8/6-/8 (8) 5y8/8 (2)	5y8/6-/8 (8) 5y8/8 (2)	5y8/6 (2) 5y8/6-/8 (5)	5y8/6 (4) 5y8/6-/8 (2) 5y8/8 (4)
5+3	5y8/4-/6 (2) 5y8/6 (6) 5y8/6-/8 (2)	5y8/4-/6 (8) 5y8/6 (2)	5y8/4-/6 (6) 5y8/6 (4)	5y8/4-/6 (5) 5y8/6 (5)
10+3	5y8/4-/6(2) 5y8/6 (6) 5y8/6-/8 (2)	5y8/4-/6(3) 5y8/6 (7)	5y8/4 (3) 5y8/4-/6 (4) 5y8/6 (3)	5y8/4-/6(4) 5y8/6 (6)
15+3	5y8/4-/6(1) 5y8/6 (5) 5y8/6-/8 (4)	5y8/6 (5) 5y8/6-/8 (5)	5y8/4-/6(3) 5y8/6 (4) 5y8/6-/8 (3)	5y8/4-/6(5) 5y8/6 (4) 5y8/6-/8 (1)
20+3	5y8/4 (4) 5y8/4-/6 (4) 5y8/6 (2) 5y8/6-/8 (1)	5y8/4-/6 (2) 5y8/6 (4) 5y8/6-/8 (4)	5y8/4 (6) 5y8/4-/6 (4)	5y8/4 (5) 5y8/4-/6 (5)
25+3	5y8/4 (7) 5y8/4-/6 (3)	5y8/4 (4) 5y8/4-/6 (5) 5y8/6 (3)	5y8/2-/4 (2) 5y8/4 (6) 5y8/4-/6 (2)	5y8/4 (8) 5y8/4-/6 (2)

จากการวิเคราะห์เห็นได้ว่าสีของข้าวโพดฝักอ่อน จะเปลี่ยนแปลงจากสีเหลืองสดใสเป็นสีเหลืองซีดหรือคล้ำ และที่ปลายฝักจะเกิดสีน้ำตาลเมื่อเก็บไว้นานขึ้น โดยจะสังเกตุเห็นได้เมื่อ Precooling Delay 6 hours และ Precooling Delay 24 hours ไว้ที่อุณหภูมิ 8 °C เริ่มมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

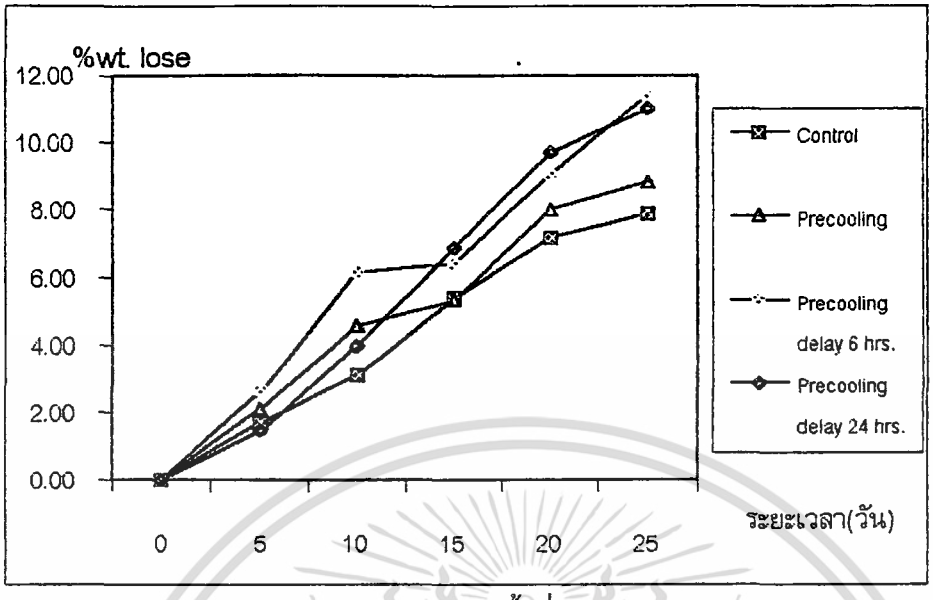
ปลายยอดเป็นสีน้ำตาลเมื่อเก็บรักษาไปได้ 10 วัน ส่วนControl เริ่มมีปลายยอดเป็นสีน้ำตาลเมื่อเก็บนาน 15 วัน และPrecooling เริ่มปลายยอดมีสีน้ำตาลเมื่อเก็บรักษาได้ 20 วัน และเมื่อนำตัวอย่างทั้ง 4 ชุดตัวอย่างการทดลองมาเก็บที่อุณหภูมิ 22°C เป็นเวลา 3 วัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างเห็นได้ชัดคือ สีข้าวโพดฝักอ่อนจะคล้ำขึ้นและเกิดสีน้ำตาลที่ปลายฝักโดยและ Precooling Delay 6 hours และ Precooling Delay 24 hours จะเริ่มเห็นสีน้ำตาลที่ปลายยอดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 22°C เป็นเวลา 3 วันหลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 8°C มา 5 วันแล้ว ส่วน Control และ Precooling จะพบสีน้ำตาลที่ปลายยอดเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22°Cเป็นเวลา 3 วันหลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 8°Cมาแล้ว 10 วันและ 15 วันตามลำดับ

4.3.1.3การสูญเสียน้ำหนัก จากวิเคราะห์เห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของข้าวโพดทั้ง 4 ชุดตัวอย่างทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ดังเห็นได้จากภาพที่ 7-9



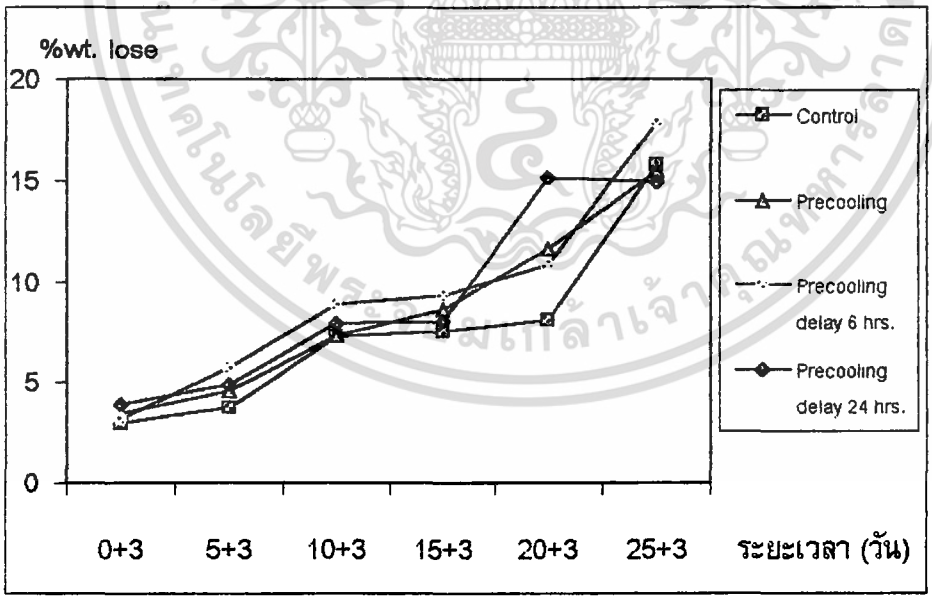
การทดลองครั้งที่1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การทดลองครั้งที่2

ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของค่าเปอร์เซ็นการสูญเสียน้ำหนักของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C

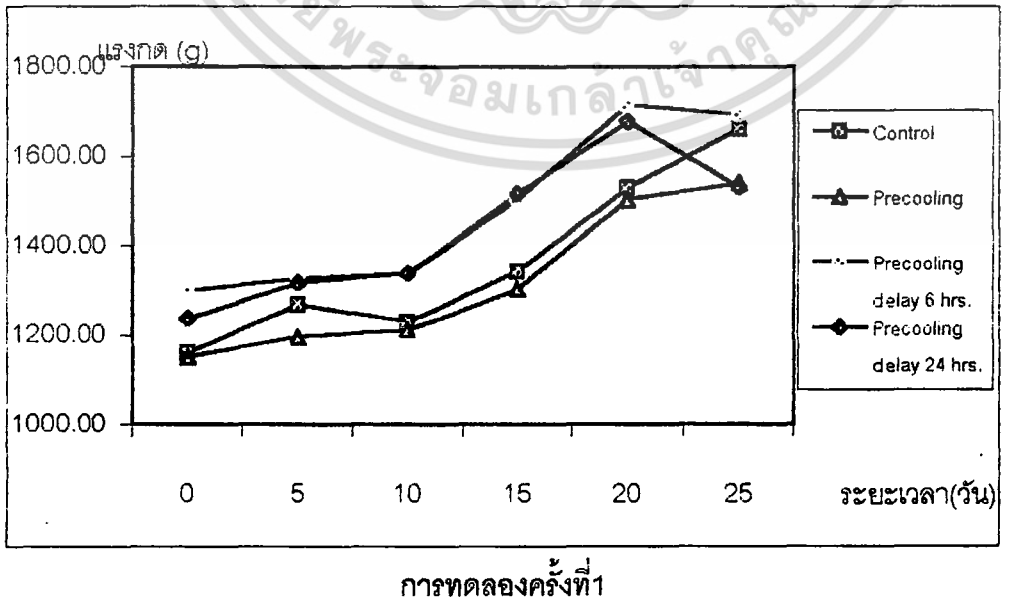


ภาพที่ 8 กราฟแสดงค่าเปอร์เซ็นการสูญเสียน้ำหนักของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22 °C เป็นเวลา 3 วัน (การทดลองครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 7 และ 8 เห็นได้ว่า Control กับ Precooling มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกันในแต่ละวัน และเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติก็ได้ว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติซึ่งอาจเป็นเพราะระยะเวลาในการให้ความเย็นห่างกันเพียง 3 ชั่วโมงยังไม่ทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีการคายน้ำสูงนักและบรรจุข้าวโพดฝักอ่อนในถาดโฟมแล้วหุ้มด้วยฟิล์มซึ่งเป็นฟิล์มที่ไม่ยอมให้อากาศและน้ำผ่านหรือผ่านได้น้อย ทำให้ข้าวโพดไม่มีการคายน้ำสู่อากาศมากนัก เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของ Precooling , Precooling Delay 6 hrs.และ 24 hrs. พบว่า โดยส่วนใหญ่แล้ว Precooling จะมีค่าน้อยกว่าในแต่ละวัน Precooling Delay 6 hrs. และ 24 hrs. จะใกล้เคียงกัน และเมื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของ Precooling , Precooling Delay 24 hrs . และ 24 hrs. ทางสถิติ จะได้ว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ อาจเป็นเพราะ Precooling Delay 6 hrs.และ 24 hrs. มีอัตราการคายน้ำสูงแล้วก่อนที่จะมาทำการลดอุณหภูมิ จึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงกว่า และเมื่อนำตัวอย่างทั้ง 4 ชุดตัวอย่างทดลองไปเก็บรักษาต่อที่ 22°C 3 วัน ก็จะทำให้ตัวอย่างทั้ง 4 ชุดตัวอย่าง มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น เพราะมีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีการคายน้ำเพิ่มขึ้น

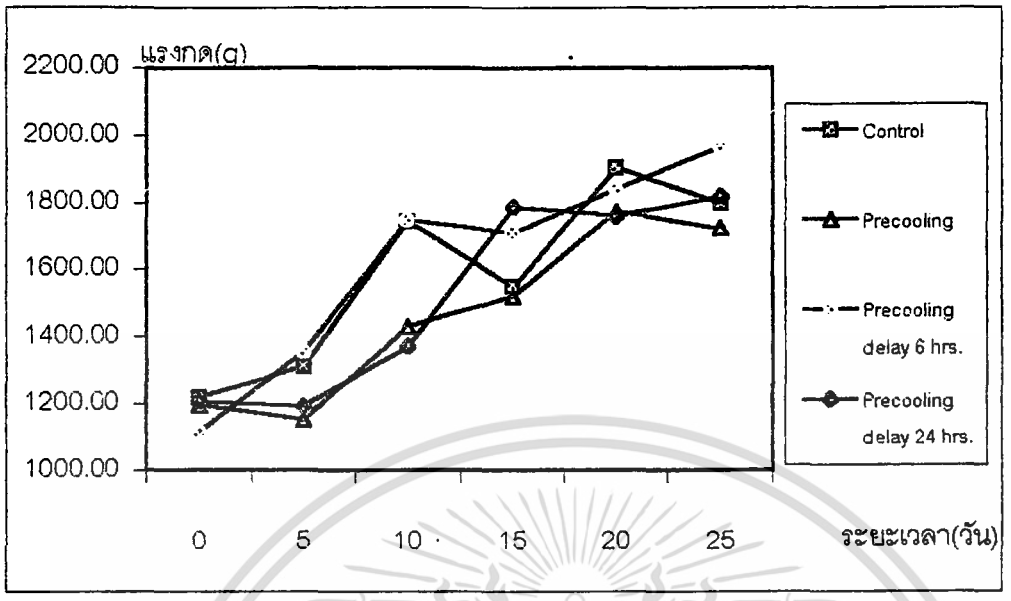
4.3.1.4 เนื้อสัมผัส โดยค่าที่ได้จากการวิเคราะห์เป็นค่ าแรงกดที่มากที่สุดที่ใช้กดฝักข้าวโ พดฝักอ่อนด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส ซึ่งจะเห็นได้จากภาพที่ 9-10ว่าเมื่อเก็บรักษาข้าวโพดในระยะเวลาที่นานขึ้นค่าแรงที่กดที่มากที่สุดก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นทำให้เกิดความเหนียวเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้น(จริงแท้;2528)และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ถ้ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากแสดงว่าเซลล์ภายในมีการสูญเสียน้ำมากทำให้เซลล์เหี่ยวจึงต้องใช้แรงในการกดมาก



การทดลองครั้งที่1

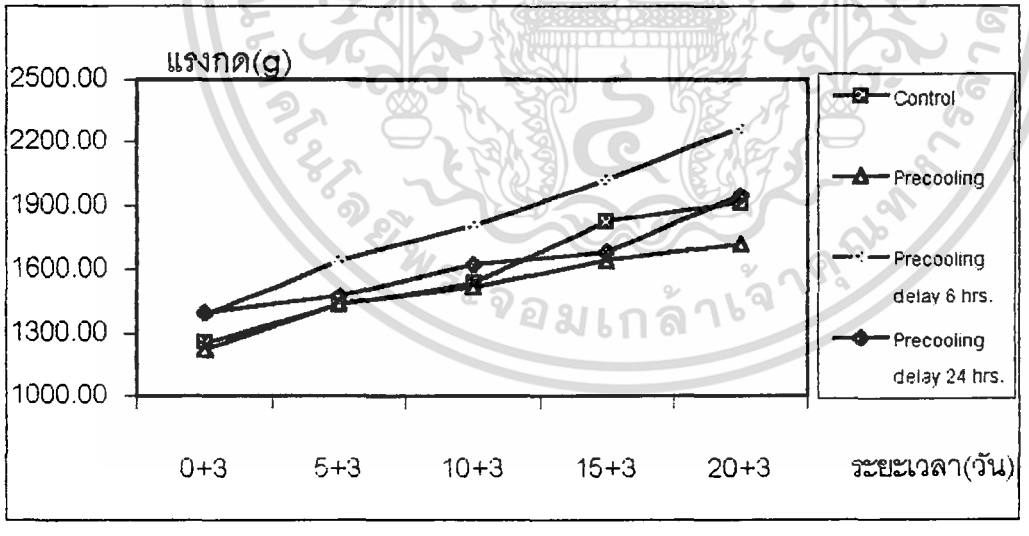
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(การทดลองครั้งที่ 2)



การทดลองครั้งที่2

ภาพที่9 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของค่าแรงที่กดที่มากที่สุด (max force)(กรัม)ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C



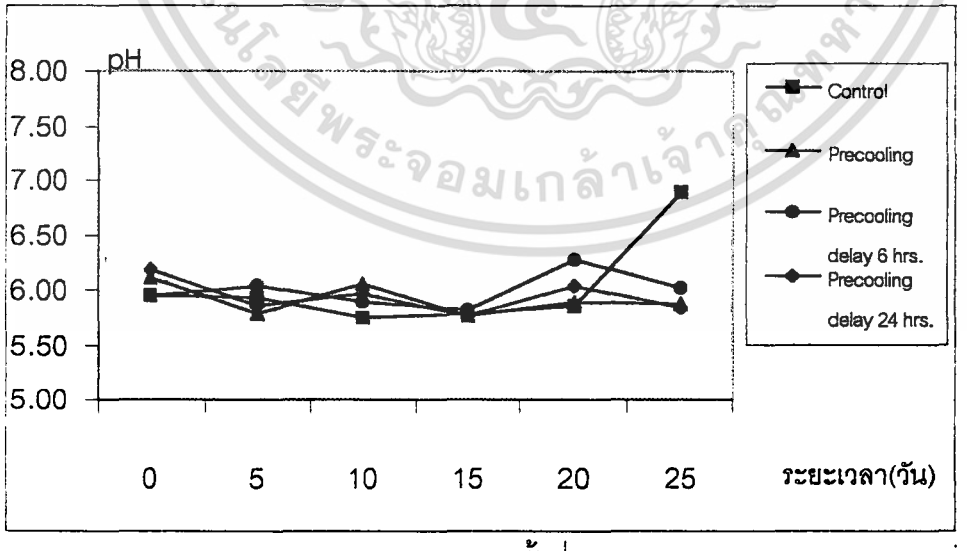
ภาพที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าแรงที่กดที่มากที่สุด (max force)(กรัม)ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22°C เป็นเวลา 3 วัน (การทดลองครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 9-10เห็นได้ว่า ค่าแรงกดสูงที่สุดของ Precooling Delay 6 hrs มีค่าสูงมากกว่าตัวอย่างข้าวโพดฝักอ่อนชุดอื่นๆ รองมาคือ Precooling Delay 24 hrs ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันกับContorl และPrecooling จะมีค่าแรงกดน้อยที่สุด ซึ่งจะมีค่าสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำของแต่ละชุดตัวอย่างทดลอง คือถ้ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากก็จะมีค่าแรงที่ใช้กดที่มากที่สุดมาก เมื่อเปรียบเทียบค่าแรงที่ใช้กดที่มากที่สุดระหว่างPrecooling กับ Control จะพบว่าPrecoolingจะใช้แรงในการกดน้อยกว่าในแต่ละวัน แต่เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอาจเนื่องมาจาก ข้าวโพดฝักอ่อนที่นำมาทดลองมีความไม่สม่ำเสมอของอายุการเก็บเกี่ยว

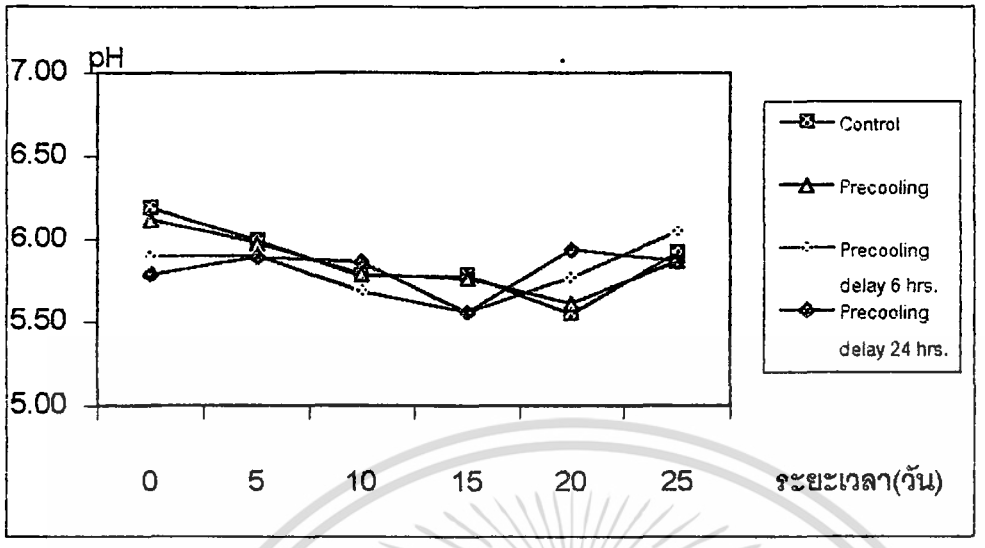
4.3.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

4.3.2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง จากการวิเคราะห์ เห็นได้ว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ของข้าวโพดฝักอ่อนทั้ง 4 ชุดตัวอย่างจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน และแม้ว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาจะขึ้น และค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีแนวโน้มว่าลดลง และเมื่อนำมาเก็บรักษาที่ 22 °C ต่อไปอีก 3 วัน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างโดยส่วนใหญ่จะลดลง ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การลดอุณหภูมิด้วยการใช้น้ำแข็งแห้ง คาร์บอนไดออกไซด์ที่ระเหิดออกมาไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของข้าวโพด เนื่องจาก Control ก็มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงด้วยเช่นกัน โดยดูได้จากภาพที่ 11-12



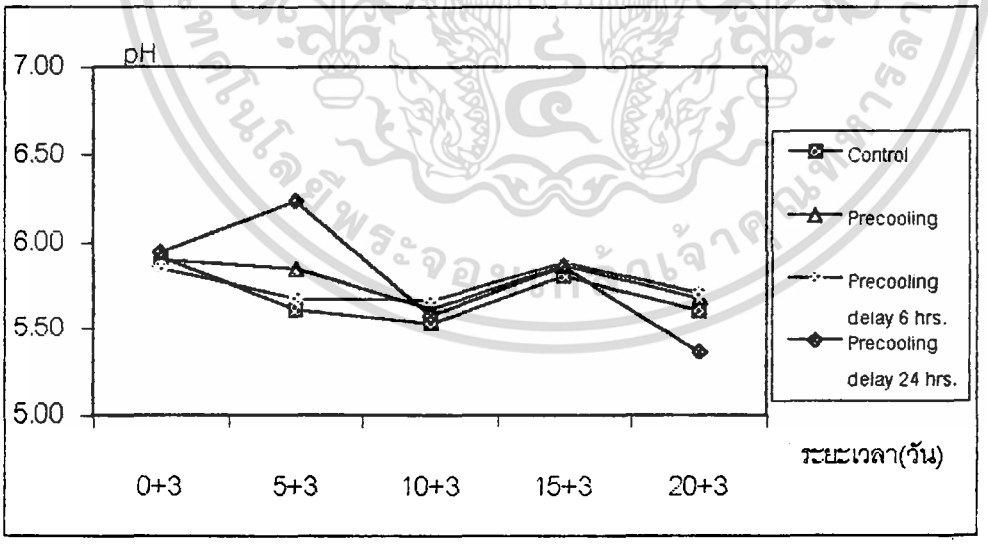
การทดลองครั้งที่1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การทดลองครั้งที่2

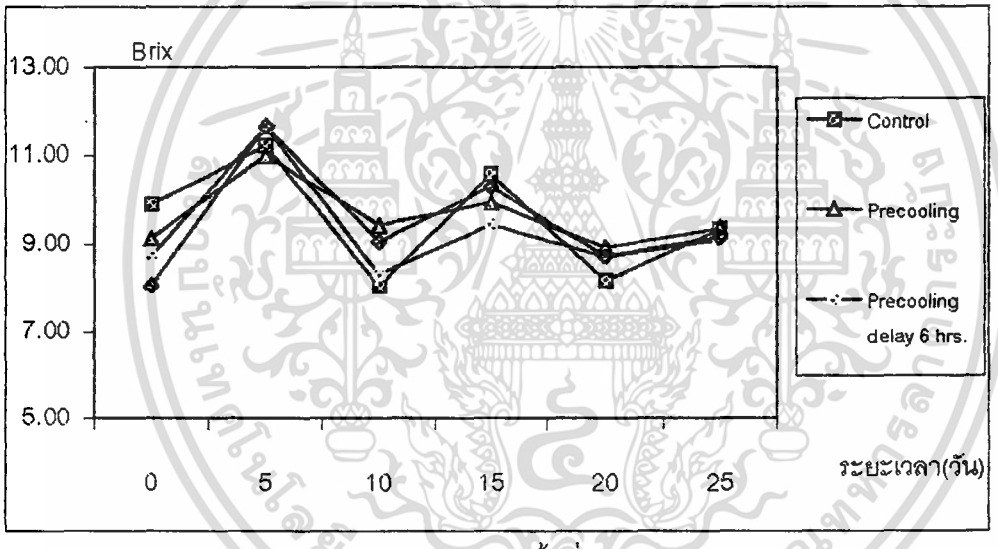
ภาพที่ 11 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C



ภาพที่ 12 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C แล้ว นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22 °C เป็นเวลา 3 วัน (การทดลองครั้งที่ 2)

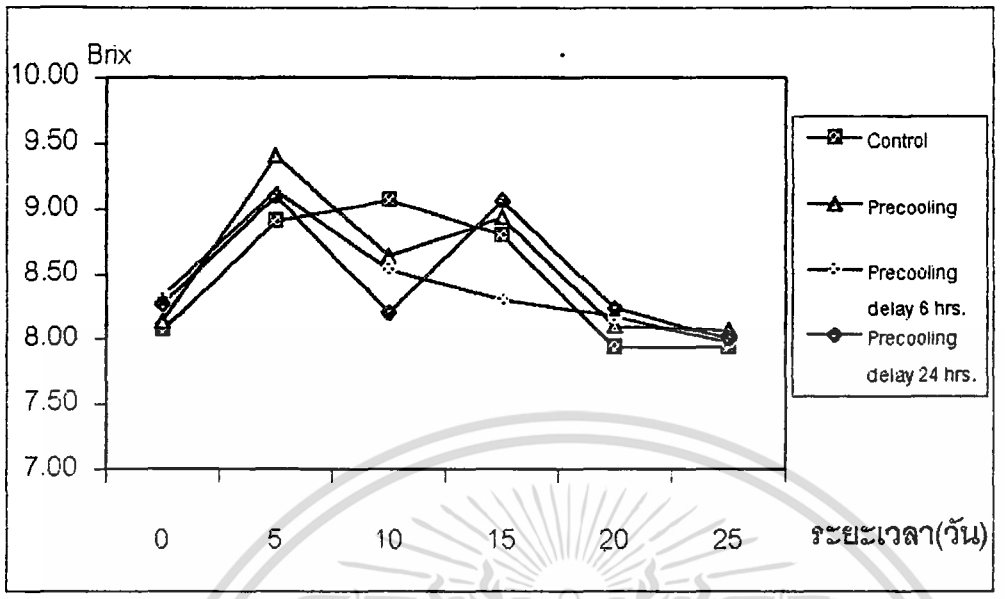
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (^{o}Brix) จากการวิเคราะห์พบว่าในการเก็บรักษาช่วงระยะเวลาแรกๆ จะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือมีค่าเกือบคงที่ คือประมาณในช่วง 5-10 วันแรก แต่ในช่วงหลังค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะลดลง ซึ่งจะเห็นได้จากภาพที่ 13-14 ว่าในระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวโพดมาแล้ว 25 วัน ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะลดลง และเมื่อนำมาเก็บรักษาต่อที่ 22 ^{o}C อีก 3 วัน กลับพบว่า ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของแต่ละตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นส่วนใหญ่ อาจเป็นไปได้ว่ามีการสูญเสียน้ำมากขึ้นจึงทำให้ความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น และค่าที่อ่านได้จากเครื่อง refractometer ไม่ใช่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด แต่เป็นอย่างอื่นด้วย เช่น กรดอินทรีย์ ที่มีผลการหักเหของแสงเช่นเดียวกันกับน้ำตาลทำให้อ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (จริงแท้:2538)



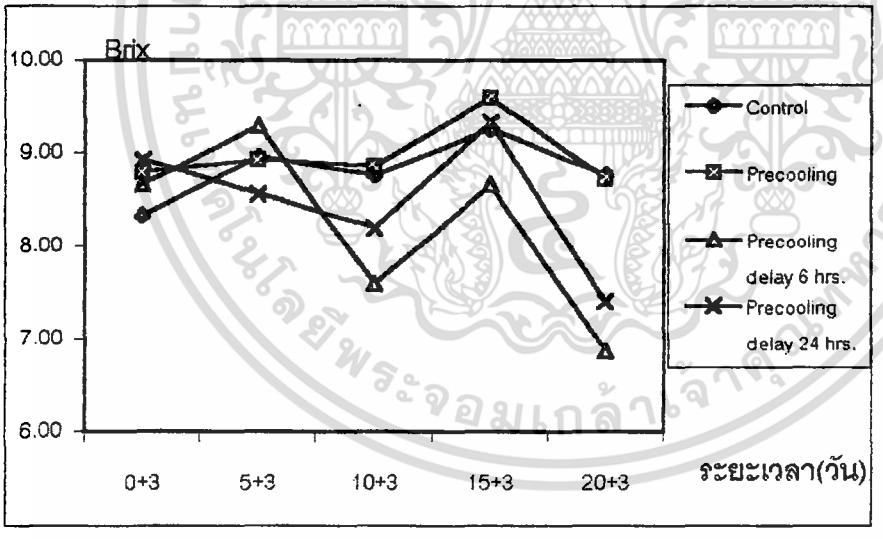
การทดลองครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การทดลองครั้งที่ 2

ภาพที่ 13 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ(Brix) ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C

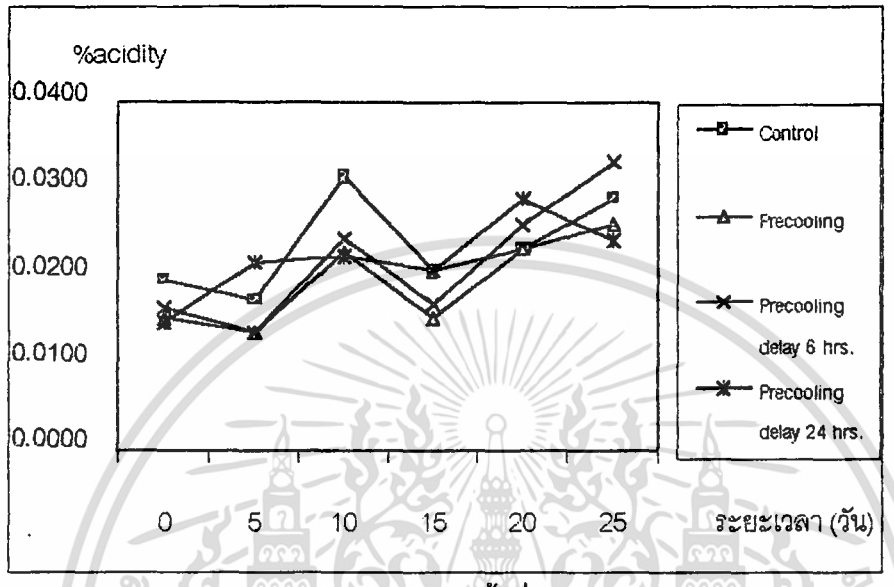


ภาพที่ 14 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °Cแล้ว นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22 °C เป็นเวลา 3 วัน (การทดลองครั้งที่ 2)

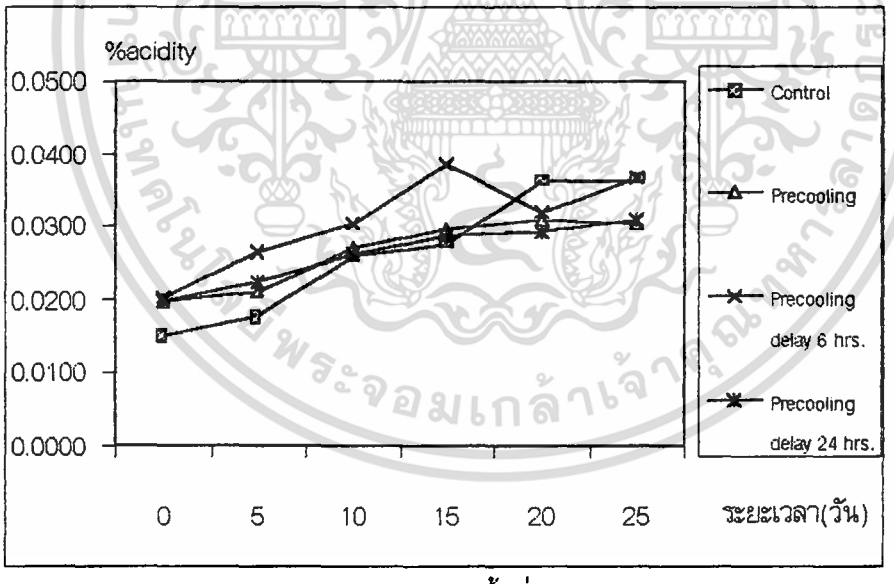
4.3.2.3 ค่าเปอร์เซ็นความเป็นกรด(acidity as citric) จากการวิเคราะห์จะพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนนานขึ้น ค่าเปอร์เซ็นความเป็นกรดของข้าวโพดฝักอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนใหญ่ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นและเมื่อนำมาเก็บรักษาต่อที่ 22 °C ทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากข้าวโพดฝักอ่อนไม่ได้ใช้กรดในการหายใจจึงทำให้กรดไม่มีปริมาณลดลง และเพิ่มเนื่องจากปริมาณน้ำในเซลล์ลดลง ทำให้กรดมีความเข้มข้นมากขึ้น ดังแสดงให้เห็นได้ตามภาพที่ 15-16



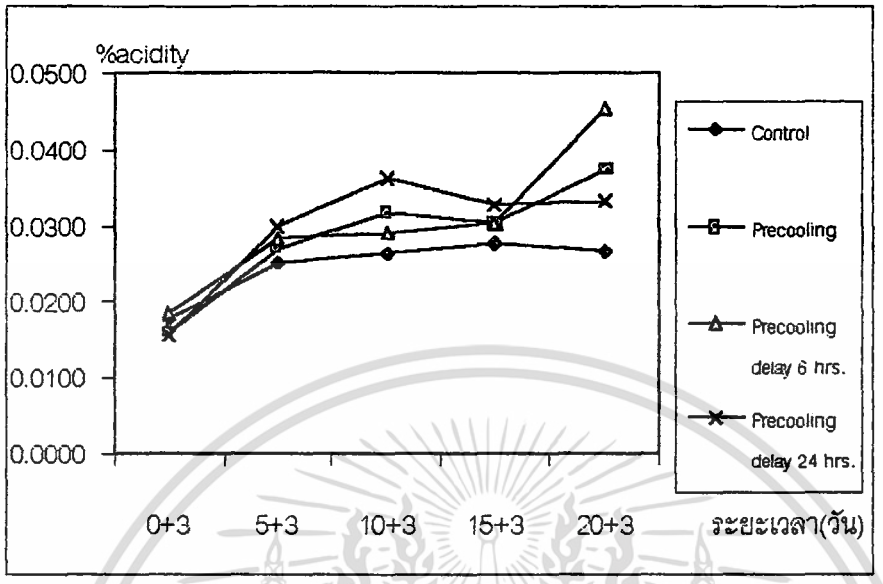
การทดลองครั้งที่ 1



การทดลองครั้งที่2

ภาพที่ 15 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของค่าเปอร์เซ็นความเป็นกรด(acidity)ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 16 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของค่าเปอร์เซ็นความเป็นกรด(acidity)ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22 °C เป็นเวลา 3 วัน(การทดลองครั้งที่ 2)

4.3.3 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

การเปลี่ยนแปลงของข้าวโพดฝักอ่อนมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งลักษณะทางกายภาพ ดัชนีสีเป็นคุณภาพหลักที่ประเมินด้วยการพินิจ ในการวิเคราะห์ผลการทดลองซึ่งใช้ผู้ชิม 10 คน จึงประเมินคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อน จากคุณลักษณะภายนอกและดัชนีสีเป็นสำคัญ โดยใช้ระดับคะแนน 5 เป็นเกณฑ์ต่ำสุดที่ผู้บริโภคจะยอมรับ จากตารางที่ 9 เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากการวิเคราะห์ทางสถิติ ($P<0.05$) ของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บที่ 8 องศาเซลเซียส พบว่าคุณภาพด้านสีของ Control และ Precooling ไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบว่าPrecooling จะมีสีแตกต่างจาก Precooling Delay 6 hrs. และ Precooling Delay 24 hrs. ซึ่งสามารถแยกความแตกต่างได้ตั้งแต่ในวันแรกที่เก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้านถีทางสถิติ

การทดลองครั้งที่ 1

Treatment	ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส (วัน)				
	0	5	10	15	20
Control	5^{a}	3.8^{ab}	3.5^{ab}	3.2^{ab}	3^{a}
Precooling	5^{a}	4^{a}	4^{b}	3.5^{a}	3.1^{a}
Precooling Delay 6 hrs.	4^{b}	3.3^{c}	3.3^{a}	2.9^{b}	2.3^{b}
Precooling Delay 24 hrs.	4.4^{c}	3.5^{bc}	3.3^{a}	3.1^{b}	2.9^{a}
LSD 0.05	0.387	0.651	0.663	0.329	0.479

การทดลองครั้งที่ 2

Treatment	ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส (วัน)				
	0	5	10	15	20
Control	4.7	4.6^{a}	4^{a}	3.6^{ab}	3^{ac}
Precooling	4.8	4.7^{a}	4.4^{b}	3.8^{a}	3.4^{a}
Precooling Delay 6 hrs.	4.5	4.2^{b}	3.3^{c}	2.5^{b}	2.4^{b}
Precooling Delay 24 hrs.	4.6	4.4^{ab}	3.8^{a}	3.3^{b}	2.8^{bc}
LSD 0.05	0.3309	0.3868	0.3296	0.3397	0.4607

ตัวอักษรที่เหมือนกัน แสดงความไม่แตกต่างของข้อมูลในแนวดิ่ง

ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ด้านรสชาติของข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่ 8 °C ดังตารางที่ 10 พบว่าในการทดลองครั้งที่1 Control และ Precooling ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P> 0.05) ส่วน Precooling Delay 6 hrs. และ Precooling Delay24 hrs มีรสชาติด้อยกว่า Control และมีความแตกต่างกันทางสถิติ(P<0.05) สำหรับการทดลองครั้งที่ 2 แตกต่างจากการทดลองแรกคือ Precooling Delay 24 hrs. และControl ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่ Precooling Delay6 hrs. นั้นมีความแตกต่างจาก Control ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % การที่ผลการวิเคราะห์ทั้งสองครั้งแตกต่างกันนั้น เพราะว่าในการทดลองทั้งสองครั้งใช้ข้าวโพดต่างพันธุ์กัน โดยในการทดลองครั้งที่ 1 ใช้ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ2 ซึ่งมีรสชาติหวานกว่าข้าวโพดพันธุ์ 414 ซีบร้าที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้านรสชาติทางสถิติ

การทดลองครั้งที่ 1

Treatment	ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส (วัน)				
	0	5	10	15	20
Control	5.6[a]	5.3[a]	4.5	3.9[a]	3.6[ab]
Precooling	5.7[a]	5.2[a]	4.4	3.9[a]	3.9[a]
Precooling Delay 6 hrs.	4.7[b]	4.6[b]	4.2	3.1[b]	3.2[b]
Precooling Delay 24 hrs.	4.9[b]	4.6[b]	4.2	3.1[b]	2.8[b]
LSD 0.05	0.579	0.572	.469	0.719	0.568

การทดลองครั้งที่ 2

Treatment	ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส (วัน)				
	0	5	10	15	20
Control	4.7[ab]	3.9[a]	3.6[a]	3.3[ac]	3.1[ab]
Precooling	4.8[a]	3.6[ab]	3.7[a]	3.5[a]	3.3[a]
Precooling Delay 6 hrs.	4.4[b]	3.4[b]	3.2[b]	3[bc]	3[b]
Precooling Delay 24 hrs.	4.6[ab]	3.7[ab]	3.4[ab]	3.2[c]	3.1[ab]
LSD 0.05	0.3487	0.3397	0.3434	0.290	0.2659

ตัวอักษรที่เหมือนกัน แสดงความไม่แตกต่างของข้อมูลในแนวดิ่ง ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่างข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาที่ 8 °C พบว่าControlและ Precooling ไม่มีความแตกต่างทางด้านเนื้อสัมผัส($P>0.05$) ยกเว้นเนื้อสัมผัสของชุดทดลองทั้ง 4 จะมีความกรอบน้อยลงเมื่ออายุการเก็บรักษามากขึ้น Precooling Delay 24 hrs. และ Precooling Delay 6 hrs. ไม่มีความแตกต่างทางสถิติด้านเนื้อสัมผัส ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %แต่ชุดทดลองทั้งสองมีตวามแตกต่างจาก Precooling ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่11 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสทางสถิติ

การทดลองครั้งที่ 1

Treatment	ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส (วัน)				
	0	5	10	15	20
Control	1.5[a]	2.4[a]	2.3[ab]	2.7	2.7[ab]
Precooling	1.5[a]	1.8[b]	2[a]	2.6	2.4[a]
Precooling Delay 6 hrs.	2.1[b]	2.3[a]	2.3[ab]	2.6	3.1[b]
Precooling Delay 24 hrs.	2.2[b]	2[ab]	2.7[b]	2.7	3.1[b]
LSD 0.05	0.514	0.499	0.552	0.463	0.365

การทดลองครั้งที่ 2

Treatment	ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส (วัน)				
	0	5	10	15	20
Control	1.2	1.3	2[a]	2.3[a]	2.4[ac]
Precooling	1.1	1.2	1.5[b]	1.9[b]	2.2[a]
Precooling Delay 6 hrs.	1.2	1.4	2.4[c]	2.8[c]	3[b]
Precooling Delay 24 hrs.	1.2	1.4	2.1[ac]	2.1[ac]	2.7[bc]
LSD 0.05	0.381	0.449	0.3009	0.386	0.3565

ตัวอักษรที่เหมือนกัน แสดงความไม่แตกต่างของข้อมูลในแนวดิ่ง

ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับ ในตารางที่ 12 เมื่อเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนไว้ที่ 8 องศาเซลเซียส พบว่า Control และ Precooling ไม่มีความแตกต่างกันในด้านการยอมรับ($P>0.05$) ส่วน Precooling Delay 6 hrs. และ Precooling Delay 6 hrs. ไม่มีความแตกต่างทางสถิติด้านการยอมรับ ($P>0.05$) แต่ชุดทดลองทั้งสองชุดมีความแตกต่างจาก Precoolingที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น การยอมรับจะน้อยลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่12 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้านการยอมรับทางสถิติ

การทดลองครั้งที่ 1

Treatment	ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส (วัน)				
	0	5	10	15	20
Control	7.7^{a}	7.9^{a}	6.1	5.5^{ab}	5.6^{a}
Precooling	7.7^{a}	7.2^{ac}	6.7	5.8^{a}	5.5^{a}
Precooling Delay 6 hrs.	6.8^{b}	6.2^{b}	5.9	4.9^{b}	5^{ab}
Precooling Delay 24 hrs.	6.9^{b}	6.5^{bc}	6.7	5.9^{a}	4.5^{b}
LSD 0.05	0.557	0.72	0.845	0.828	0.972

การทดลองครั้งที่ 2

Treatment	ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส (วัน)				
	0	5	10	15	20
Control	8.2^{ac}	7.5^{a}	6.8^{a}	5.8^{a}	5.9^{a}
Precooling	8.3^{a}	7.8^{a}	7^{a}	6.5^{b}	6.2^{a}
Precooling Delay 6 hrs.	7.1^{b}	6.3^{b}	5.8^{b}	5^{c}	4.8^{b}
Precooling Delay 24 hrs.	7.7^{c}	6.8^{b}	6.4^{a}	5.4^{ac}	4.9^{b}
LSD 0.05	0.5207	0.5498	0.5026	0.6482	0.5332

ตัวอักษรที่เหมือนกัน แสดงความไม่แตกต่างของข้อมูลในแนวดิ่ง

ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการทดลองทางประสาทสัมผัสนั้นยังไม่สามารถสรุปถึงความแตกต่างของ ชุดทดลองทั้ง 4 ชุดได้ เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนจากตัวผู้ชิมซึ่งไม่มีความชำนาญ และชุดตัวอย่างที่นำมาทดลองยังไม่มีความสม่ำเสมอ ดังนั้นผู้ชิมอาจได้รับตัวอย่างที่ทดสอบแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกล่องควบคุมอุณหภูมิ

จากการศึกษาการลดอุณหภูมิของอากาศภายในกล่องควบคุมอุณหภูมิ พบว่าควรวางน้ำแข็งแห้งไว้บนตะแกรงเพื่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากเกิดการถ่ายเทความเย็นให้กับอากาศภายในกล่องโดยตรง ทำให้อุณหภูมิภายในกล่องก็จะลดลงได้อย่างรวดเร็ว โดยปริมาณน้ำแข็งแห้งที่เหมาะสมในการทดลองนี้ คือ น้ำแข็งแห้งที่มีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิของกล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำให้ต่ำกว่าอุณหภูมิ 10 ^{o}C ได้ภายใน 2 ชั่วโมง ถึงแม้ว่าจะสามารถใช้น้ำแข็งในปริมาณที่มากกว่า 1 กิโลกรัมได้และทำให้อุณหภูมิลดลงได้รวดเร็วกว่า แต่การลดอุณหภูมิรวดเร็วเกินไปก็อาจก่อให้เกิดผลเสียแก่ ผลิตผลได้ และเมื่อคำนึงถึงด้านต้นทุนแล้ว จึงเห็นว่าควรใช้น้ำแข็งแห้งปริมาณ 1กิโลกรัม ในการทดลองการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อน

5.2 ศึกษาปริมาณข้าวโพดฝักอ่อนที่เหมาะสมต่อปริมาณน้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม

จากการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC บรรจุถาดละประมาณ 60 - 70 กรัม ให้ต่ำลงโดยการใช้น้ำแข็งแห้งปริมาณ 1 กิโลกรัม ในกล่องควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 12 ,18 และ 24 ถาด พบว่า ปริมาณข้าวโพดที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็งแห้ง 1 กิโลกรัม คือ ข้าวโพดจำนวน 18 ถาดเพราะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 ^{o}C ยังคงใช้เวลาใกล้เคียงกับ 2 ชั่วโมง และมีปริมาณข้าวโพดฝักอ่อนเพียงพอในการวิเคราะห์การทดลองด้วย โดยได้จัดเรียงถาดข้าวโพดซ้อนกันเป็นชั้นซ้ำไปโดยชั้นล่างวางติดกับพื้นกล่อง ซึ่งทำอุณหภูมิชั้นล่างกับชั้นบนของถาดข้าวโพดมีความแตกต่าง ดังนั้นจึงควรมีฝาปิดถาดชั้นบน เพื่อป้องกันการลดอุณหภูมิต่ำจนเกินไปของถาดชั้นบน และถาดชั้นล่างควรจะยกให้สูงกว่าพื้นกล่อง ไม่ควรวางติดกับพื้น เพื่อให้อากาศเย็นกระจายได้สม่ำเสมอ

5.3 การศึกษาการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนหลังผ่านการลดอุณหภูมิ

การศึกษาการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บเกี่ยวในกล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำโดยใช้น้ำแข็งแห้งและนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสเพื่อตรวจคุณภาพทุกๆ 5 วันและนำไปเก็บรักษาที่ 22 องศาเซลเซียส อีก 3 วัน สรุปผลได้ดังนี้

จากการเปรียบเทียบ Precooling และ Control พบว่าลักษณะปรากฏของ Precooling นั้นสามารถยอมรับได้ในระยะเวลานานกว่าและใช้แรงในการกดน้อยกว่าซึ่งแสดงว่ามีความกรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่า Control จึงสรุปได้ว่าการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยวทันทีจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ ถึงแม้ผลการวิเคราะห์ด้านอื่นๆ เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะมีค่าใกล้เคียงกัน

เมื่อเปรียบเทียบ Precooling Precooling Delay 6 hrs. และ Precooling Delay 24 hrs. พบว่าลักษณะปรากฏของ Precooling ดีกว่า Precooling Delay 24 hrs. และ Precooling Delay 6 hrs. ตามลำดับ และ Precooling ใช้แรงกดน้อยกว่าแสดงว่ามีเนื้อสัมผัสที่ดีกว่า Precooling Delay 24 hrs. และ Precooling Delay 6 hrs. ตามลำดับ

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการลดอุณหภูมิทันทีนั้นสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ แต่ถึงแม้จะทำการลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บเกี่ยวมานานแล้วก็ไม่สามารถยืดอายุหรือรักษาคุณภาพบางอย่างได้ เช่น ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1 ตัวอย่างข้าวโพดฝักอ่อนที่นำมาใช้ในการทดลอง ควรมีการคัดอายุให้ใกล้เคียงกัน เนื่องจากความแตกต่างของอายุการเก็บเกี่ยวมีผล ต่อการวิเคราะห์ทางด้านคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อน

2. กล่องควบคุมอุณหภูมิต่ำที่ใช้ ควรปรับปรุงให้มีความแน่นหนาเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนจากอากาศภายนอกเข้าสู่ตัวกล่อง

3 ในการเปรียบเทียบตัวอย่าง ที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิหลังการเก็บทันทีได้แก่ Precooling Delay 6 hrs. และ Precooling Delay 24 hrs. ควรมีตัวอย่างควบคุมที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ แล้วนำมาเก็บรักษาพร้อมกัน เพื่อศึกษาความแตกต่างของข้าวโพดฝักอ่อนที่ผ่านการลดอุหภูมิกับที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกรียติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์. 2532. ข้าวโพดฝักอ่อน, สามัคคีสารส์น กรุงเทพฯ. 93 หน้า.

การประชุมสัมมนาวิชาการ. 2530. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม. คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 199-204.

ฐานเกษตรกรรม. 2530. ข้าวโพดฝักอ่อน, กองบรรณาธิการเฉพาะกิจฐานเกษตรกรรม กรุงเทพ. 61 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตร นครปฐม: 75-1.6.

จิรา ณ หนองคาย. 2534. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้และดอกไม้. พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์แมสพับลิชชิ่ง. หน้า 226-230.

ณัฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2527. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลทางการเกษตร(ไม้ผลและผัก) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ดนัย บุณยเกรียติ และนิธิยา รัตนปนนท์. 2537. การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, สำนักพิมพ์. หน้า 56-69.

รวิวรรณ คงคาน้อย. 2537. บทบาทของคาร์บอนไดออกไซด์ในงานอุตสาหกรรม . วิศวกรรมการผลิต . 52-57

วรรณา ตั้งเจริญชัยเอกสารประกอบการปฏิบัติการเคมีอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร.คณะเทคโนโลยีการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สายชล เกตุษา. 2529. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตร วิทยาเขตกำแพงแสน. หน้า 71-78.

อัญชลี กมลรัตนกุล และคณะ. 2532 . ความสัมพันธ์ของการบรรจุหีบห่อต่ออายุการเก็บของข้าวโพดฝักอ่อน. วท., กรุงเทพฯ, รายงานฉบับที่ 8 โครงการวิจัยที่ ภ.28-13.

อัญชลี กมลรัตนกุล และคณะ. 2533. การลดอุณหภูมิข้าวโพดฝักอ่อนภายหลังการบรรจุหีบห่อ. วท. ; กรุงเทพ, รายงานฉบับที่ 2 โครงการวิจัย ภ. 32-08.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการเตรียมมสารละลายและวิธีการทดลอง

1 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นความเป็นกรดด่าง

1.1 การเตรียมสาร

1.1.1 สารเคมี

1.1.1.1 สารละลายSodium hydroxide 0.1 N

1.1.1.2 สารละลายPotassium phthalate

1.1.1.3สารละลาย Phenolpthalein 1 % : เตรียมจาก ละลายสารPhenol 1 กรัม ใน แอลกอฮอล์ 95 % 20-50 มิลลิลิตร จนละลายหมดแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

1.1.2 การหานอร์มอลลิตี้ ของโซเดียมไฮดรอกไซด์

1.1.2.1 เตรียมสารละลาย NaOH 0.1 N (โดยประมาณ) โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 กรัม ในกระจกนาฬิกา นำมาละลายด้วยน้ำกลั่น(ต้มแล้วทิ้งให้เย็น) 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้สักครู่หนึ่ง พร้อมกับปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา

1.1.2.2 ดูดสารละลายส่วนที่ใสในบีกเกอร์ประมาณ 5.5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1ลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ปิดจุดเขย่าให้สารละลายผสมกันให้ดี

1.1.2.3 ชั่งโปแตสเซียมพาพาเลท ที่อบแห้งที่120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่งโมง ทำให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ แล้วชั่งด้วยตาชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง 0.6000-0.7000 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 50-75 มิลลิลิตร

1.1.2.4 หยดสารละลายฟีนอล์ทาลีน 1% ลงในสารละลายพาพาเลท จำนวน 2 หยด

1.1.2.5 นำสารละลายพาพาเลท ไปไตเตรตกับสารละลายด่างที่บรรจุในบิวเรต จนสารละลายพาพาเลทเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน และสีชมพุยังไม่เปลี่ยนภายในเวลา 1 นาที

1.1.2.6 ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ สารละลายด่างในขวดที่เตรียมไว้อีก 2 ครั้ง บันทึกปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหา Normality NaOH ได้ดังนี้

$$\text{Normality NaOH} = \frac{\text{น้ำหนัก (กรัม) } KHC_8H_4O_4 \times 100}{\text{มิลลิลิตร NaOH} \times 204.229}$$

1.2 วิธีการวิเคราะห์

1.2.1 บดผักหรือผลไม้ที่ต้องการทดสอบ โดยการนำผักหรือผลไม้ 10 กรัมผสมกับน้ำกลั่นที่ต้มไล่อากาศและทิ้งให้เย็นแล้ว 40 มิลลิลิตร มาปั่นด้วยเครื่องปั่น (Blender) เขย่าน้ำผลไม้ให้ผสมกันดี แล้วกรองด้วยผ้ากรองที่แห้งและสะอาด

1.2.2 ดูดสารละลายผักและผลไม้ด้วยปิเปต จำนวน 10 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู ขนาด250 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอล์ทาลีน 1% ลงไป 1-2 หยด เขย่าให้เข้ากัน

1.2.3 นำสารละลายไปไตเตรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOH จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู ทำการทดลองซ้ำ

การคำนวณ เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด

$$\%\text{acid(as citric acid)} = \frac{\text{ml.NaOH} \times \text{Normality NaOH} \times \text{Equivalent wt. Of acid} \times 100}{\text{ml.(or g.) sample} \times 1000}$$

โดย ค่า Equivalent wt. Of acid เท่ากับ 64

2 การวิเคราะห์ความเป็นกรดด่างโดยใช้ เครื่องวัด pH-meter

วิธีการ

2.1 ปรับมาตรฐานเครื่อง pH-meter ด้วยการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ pH4 และ pH7 ตามลำดับ

2.2 วัดค่า pH ของสารละลายผักและผลไม้ ที่ได้จากการปั่นด้วยเครื่องปั่น ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่าง ข้าวโพดฝักอ่อน วันที่

ชื่อผู้ทดสอบ

คำแนะนำ: เริ่มทดสอบจากตัวอย่างซ้ายไปขวา กรุณาดื่มน้ำก่อนทดสอบตัวอย่างต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนนการยอมรับ สี รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีระดับการให้ คะแนนดังนี้

สี	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับ
1 = สีน้ำตาล	1 = เปรี้ยวมาก	1 = กรอบมาก	1 = ไม่ชอบมากที่สุด
2 = สีเหลืองขีดมาก หรือคล้ำ	2 = เปรี้ยวน้อย	2 = กรอบ	2 = ไม่ชอบมาก
3 = สีเหลืองขีดหรือเข้มขึ้นเล็กน้อย	3 = อมเปรี้ยวอมหวาน	3 = กรอบเล็กน้อย	3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = สีเหลืองนวล	4 = จืด	4 = นิ่ม	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
5 = สีเหลืองนวลสดใส	5 = หวานมาก	5 = นิ่มมาก	5 = เฉยๆ
			6 = ชอบเล็กน้อย
			7 = ชอบปานกลาง
			8 = ชอบมาก
			9 = ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง	สี	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	การยอมรับ

คำแนะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่1 คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีเมื่อเก็บรักษาที่ 8°C เมื่อเก็บรักษา 0 - 20 วัน การทดลองครั้งที่1

เก็บรักษา 0 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Precooling	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Precooling Delay 6hrs.	3	4	4	4	4	5	4	5	3	4
Precooling Delay24hrs.	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5

เก็บรักษา 5 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	2	4	5	4	4	3	3	4	4	5
Precooling	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4
Precooling Delay 6hrs.	4	4	4	4	2	3	3	2	4	3
Precooling Delay24hrs.	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3

เก็บรักษา 10 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4
Precooling	5	4	3	4	4	5	4	4	4	3
Precooling Delay 6hrs.	4	3	4	3	3	4	3	2	4	3
Precooling Delay24hrs.	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

เก็บรักษา 15 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3
Precooling	5	4	3	4	4	5	4	4	4	3
Precooling Delay 6hrs.	4	3	4	3	3	4	3	2	4	3
Precooling Delay24hrs.	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4

เก็บรักษา 20 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	3	3	2	3	3	4	2	4	3	3
Precooling	4	3	3	3	2	3	3	4	3	3
Precooling Delay 6hrs.	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2
Precooling Delay24hrs.	3	2	3	3	4	3	3	3	3	2

ตารางผนวกที่ 2 คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสเมื่อเก็บรักษาที่ 8°C เมื่อเก็บรักษา 0 - 20 วัน การทดลองครั้งที่1

เก็บรักษา 0 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2
Precooling	2	1	3	1	1	2	2	1	1	1
Precooling Delay 6hrs.	3	2	2	2	2	2	2	1	2	3
Precooling Delay24hrs.	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เก็บรักษา 5 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2
Precooling	1	2	3	2	2	1	2	2	1	2
Precooling Delay 6hrs.	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2
Precooling Delay24hrs.	1	2	3	2	2	2	1	2	2	3

เก็บรักษา 10 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	1	3	1	3	2	3	2	3	2	3
Precooling	1	3	2	2	2	2	2	1	3	2
Precooling Delay 6hrs.	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2
Precooling Delay24hrs.	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2

เก็บรักษา 15 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3
Precooling	4	2	2	2	2	3	3	3	2	3
Precooling Delay 6hrs.	4	2	2	2	3	2	3	3	2	3
Precooling Delay24hrs.	4	1	3	2	3	3	3	2	3	3

เก็บรักษา 20 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	2	2	2	2	3	4	4	3	3	2
Precooling	1	2	2	2	2	4	3	3	2	3
Precooling Delay 6hrs.	2	2	3	3	4	4	4	3	3	3
Precooling Delay24hrs.	2	3	3	3	3	4	4	3	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติเมื่อเก็บรักษาที่ 8 °Cการทดลองครั้งที่1

เก็บรักษา 0 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	6	6	5	6	6	5	6	5	5	6
Precooling	6	6	5	6	6	5	5	6	6	6
Precooling Delay 6hrs.	4	5	3	5	6	5	5	4	5	5
Precooling Delay24hrs.	6	5	3	4	5	5	6	5	6	5

เก็บรักษา 5 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	5	5	6	5	5	5	6	5	5	6
Precooling	6	5	6	6	4	5	4	5	5	6
Precooling Delay 6hrs.	5	5	5	5	3	5	4	5	4	5
Precooling Delay24hrs.	4	5	5	5	5	5	3	5	5	4

เก็บรักษา 10 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4
Precooling	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4
Precooling Delay 6hrs.	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Precooling Delay24hrs.	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3(ต่อ)

เก็บรักษา 15 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	3	3	4	4	4	5	3	5	4	4
Precooling	4	4	4	4	4	3	5	4	4	3
Precooling Delay 6hrs.	2	3	4	3	3	3	3	4	2	4
Precooling Delay24hrs.	2	3	4	3	3	5	2	2	4	3

เก็บรักษา 20 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4
Precooling	6	4	5	4	3	3	3	4	3	4
Precooling Delay 6hrs.	3	4	4	2	3	2	3	4	4	3
Precooling Delay24hrs.	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2

ตารางผนวกที่ 4 การให้คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับเมื่อเก็บรักษาที่ 8°C การทดลองครั้งที่1

เก็บรักษา 0 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	7	8	8	8	8	8	7	8	7	8
Precooling	7	8	8	8	8	7	8	8	8	7
Precooling Delay 6hrs.	4	7	7	7	8	8	7	6	7	7
Precooling Delay24hrs.	6	8	7	7	8	7	6	6	7	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

เก็บรักษา 5 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	7	8	9	7	6	8	7	7	7	8
Precooling	7	8	7	8	5	7	8	7	8	8
Precooling Delay 6hrs.	7	7	5	7	5	7	6	7	5	5
Precooling Delay24hrs.	8	7	6	7	5	8	5	6	6	6

เก็บรักษา 10 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	6	7	6	6	5	7	6	6	7	6
Precooling	9	7	6	7	7	6	7	6	5	7
Precooling Delay 6	4	7	6	7	6	6	5	6	5	7
Precooling Delay24	7	7	8	7	7	7	6	7	6	6

เก็บรักษา 15 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	4	5	6	5	6	6	6	5	6	6
Precooling	6	8	7	5	7	3	5	5	6	6
Precooling Delay 6hrs.	3	4	6	3	6	4	5	6	6	6
Precooling Delay24hrs.	4	7	7	4	6	5	5	5	6	7

เก็บรักษา 20 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	7	7	3	6	4	6	6	6	5	6
Precooling	9	6	4	6	4	5	5	6	6	4
Precooling Delay 6hrs.	6	6	6	4	3	6	6	3	5	5
Precooling Delay24hrs.	6	5	1	5	4	5	4	5	6	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 การให้คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีเมื่อเก็บรักษาที่ 8 °C การทดลองครั้งที่2

เก็บรักษา 0 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4
Precooling	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
Precooling Delay 6hrs.	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4
Precooling Delay24hrs.	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4

เก็บรักษา 5 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4
Precooling	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5
Precooling Delay 6hrs.	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4
Precooling Delay24hrs.	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4

เก็บรักษา 10 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	5	5	4	4	4	4	3	4	3	4
Precooling	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4
Precooling Delay 6hrs.	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3
Precooling Delay24hrs.	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5(ต่อ)

เก็บรักษา 15 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4
Precooling	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4
Precooling Delay 6hrs.	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2
Precooling Delay24hrs.	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3

เก็บรักษา 20 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	4	4	3	3	2	3	3	3	2	3
Precooling	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4
Precooling Delay 6hrs.	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3
Precooling Delay24hrs.	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3

ตารางผนวกที่ 6 คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสเมื่อเก็บรักษาที่ 8°C การทดลองครั้งที่2

เก็บรักษา 0 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1
Precooling	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Precooling Delay 6hrs.	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Precooling Delay24hrs.	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6(ต่อ)

เก็บรักษา 5 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1
Precooling	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1
Precooling Delay 6hrs.	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2
Precooling Delay24hrs.	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2

เก็บรักษา 10 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	2	2	1	2	2	3	1	3	2	2
Precooling	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1
Precooling Delay 6hrs.	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2
Precooling Delay24hrs.	2	3	1	2	2	2	1	3	2	3

เก็บรักษา 15 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	1	2	2	3	2	3	3	3	2	2
Precooling	2	1	2	2	2	3	2	2	1	2
Precooling Delay 6hrs.	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
Precooling Delay24hrs.	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2

เก็บรักษา 20 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3
Precooling	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2
Precooling Delay 6hrs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Precooling Delay24hrs.	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติเมื่อเก็บรักษาที่ 8 °C การทดลองครั้งที่2

เก็บรักษา 0 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4
Precooling	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4
Precooling Delay 6hrs.	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4
Precooling Delay24hrs.	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4

เก็บรักษา 5 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	4	3	4	4	5	4	5	4	3	3
Precooling	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4
Precooling Delay 6hrs.	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3
Precooling Delay24hrs.	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3

เก็บรักษา 10 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3
Precooling	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4
Precooling Delay 6hrs.	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3
Precooling Delay24hrs.	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7(ต่อ)

เก็บรักษา 15 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3
Precooling	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3
Precooling Delay 6hrs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Precooling Delay24hrs.	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3

เก็บรักษา 20 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3
Precooling	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3
Precooling Delay 6hrs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Precooling Delay24hrs.	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3

ตารางผนวกที่ 8 คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับเมื่อเก็บรักษาที่ 8 ^{o}C การทดลองครั้งที่2

เก็บรักษา 0 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	9	8	8	7	9	9	7	8	8	9
Precooling	9	7	8	9	8	8	9	8	8	9
Precooling Delay 6hrs.	8	7	7	7	7	7	6	7	7	8
Precooling Delay24hrs.	8	8	8	8	8	7	7	7	8	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

เก็บรักษา 5 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	8	8	7	7	8	8	6	8	7	8
Precooling	7	8	7	8	8	7	8	8	8	9
Precooling Delay 6hrs.	6	6	7	7	7	6	6	6	6	6
Precooling Delay24hrs.	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7

เก็บรักษา 10 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	7	7	8	7	7	6	5	8	7	6
Precooling	7	7	7	6	7	7	7	8	7	7
Precooling Delay 6hrs.	6	5	6	5	5	6	6	7	6	6
Precooling Delay24hrs.	7	6	6	6	6	7	6	7	7	6

เก็บรักษา 15 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	7	6	6	6	5	5	4	6	7	6
Precooling	7	6	6	7	6	6	7	7	6	7
Precooling Delay 6hrs.	5	5	4	6	5	5	6	6	4	4
Precooling Delay24hrs.	6	6	4	6	5	6	5	6	5	5

เก็บรักษา 20 วัน

ผู้ชิม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	6	6	6	5	7	6	6	4	6	7
Precooling	7	7	6	6	7	6	5	6	6	6
Precooling Delay 6hrs.	6	5	5	5	5	5	4	4	5	4
Precooling Delay24hrs.	5	6	5	5	5	4	4	5	5	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางผนวกที่ 9 ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลอง **ค่าpH**

ครั้งที่ 1

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่0 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.99	5.93	5.89	5.94
Precooling	6.35	5.87	6.13	6.12
Precooling delay 6 hrs.	5.84	5.92	6.05	5.94
Precooling delay 24 hrs.	6.22	6.32	6.02	6.19
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 5 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.99	5.89	5.91	5.93
Precooling	5.67	5.78	5.92	5.79
Precooling delay 6 hrs.	6.15	6.03	5.91	6.03
Precooling delay 24 hrs.	5.72	5.89	5.96	5.86
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่10 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.68	5.73	5.81	5.74
Precooling	6.14	6.05	5.98	6.06
Precooling delay 6 hrs.	5.97	5.89	5.82	5.89
Precooling delay 24 hrs.	5.92	5.96	6.01	5.96
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 15 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.87	5.78	5.7	5.78
Precooling	5.86	5.64	5.79	5.76
Precooling delay 6 hrs.	5.9	5.73	5.85	5.83
Precooling delay 24 hrs.	5.88	5.68	5.72	5.76
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่20วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.82	5.74	5.96	5.84
Precooling	5.87	5.86	5.94	5.89
Precooling delay 6 hrs.	6.37	6.15	6.3	6.27
Precooling delay 24 hrs.	6.06	5.95	6.12	6.04
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 25 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	6.9	6.84	6.92	6.89
Precooling	5.86	5.84	5.9	5.87
Precooling delay 6 hrs.	6.03	6.07	5.95	6.02
Precooling delay 24 hrs.	5.83	5.91	5.79	5.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9(ต่อ)

ครั้งที่ 2

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่0 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	6.25	6.23	6.1	6.19
Precooling	6.14	6.08	6.15	6.12
Precooling delay 6 hrs.	5.87	5.96	5.88	5.90
Precooling delay 24 hrs.	5.76	5.82	5.79	5.79
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 5 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	6.09	6	5.87	5.99
Precooling	5.91	5.97	6.03	5.97
Precooling delay 6 hrs.	5.87	5.92	5.89	5.89
Precooling delay 24 hrs.	5.86	5.94	5.87	5.89
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่10 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.77	5.84	5.72	5.78
Precooling	5.79	5.87	5.71	5.79
Precooling delay 6 hrs.	5.67	5.73	5.66	5.69
Precooling delay 24 hrs.	5.89	5.85	5.84	5.86
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 15 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.78	5.81	5.76	5.78
Precooling	5.74	5.86	5.69	5.76
Precooling delay 6 hrs.	5.5	5.64	5.54	5.56
Precooling delay 24 hrs.	5.57	5.49	5.62	5.56
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่20วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.59	5.48	5.57	5.55
Precooling	5.65	5.57	5.62	5.61
Precooling delay 6 hrs.	5.77	5.84	5.69	5.77
Precooling delay 24 hrs.	5.95	5.89	5.96	5.93
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 25 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.92	5.87	5.96	5.92
Precooling	5.86	5.84	5.9	5.87
Precooling delay 6 hrs.	6.03	6.15	5.95	6.04
Precooling delay 24 hrs.	5.83	5.91	5.85	5.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9(ต่อ)

ครั้งที่ 2

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่0 +3วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.96	5.87	5.92	5.92
Precooling	5.92	5.94	5.84	5.90
Precooling delay 6 hrs.	5.88	5.76	5.92	5.85
Precooling delay 24 hrs.	5.93	5.86	6.04	5.94
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22C ที่ 5+3 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.64	5.57	5.62	5.61
Precooling	5.8	5.79	5.96	5.85
Precooling delay 6 hrs.	5.63	5.69	5.72	5.68
Precooling delay 24 hrs.	6.04	6.28	6.39	6.24
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่10+3 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.52	5.47	5.6	5.53
Precooling	5.61	5.58	5.67	5.62
Precooling delay 6 hrs.	5.67	5.61	5.73	5.67
Precooling delay 24 hrs.	5.58	5.74	5.42	5.58
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22C ที่ 15+3 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.85	5.81	5.76	5.81
Precooling	5.98	5.83	5.79	5.87
Precooling delay 6 hrs.	5.82	5.87	5.97	5.89
Precooling delay 24 hrs.	5.76	5.89	5.94	5.86
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่20+3วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.57	5.64	5.6	5.60
Precooling	5.65	5.7	5.69	5.68
Precooling delay 6 hrs.	5.77	5.68	5.68	5.71
Precooling delay 24 hrs.	5.35	5.45	5.29	5.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง **ค่าbrix**

ครั้งที่ 1

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่0 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	9.5	10	10.2	9.90
Precooling	8.8	9	9.6	9.13
Precooling delay 6 hrs.	8.6	8.8	8.8	8.73
Precooling delay 24 hrs.	8	8	8.2	8.07
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 5 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	10.6	12.5	10.6	11.23
Precooling	11.2	10.8	11	11.00
Precooling delay 6 hrs.	12.4	11.4	11.2	11.67
Precooling delay 24 hrs.	12.2	11.6	11.2	11.67
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่10 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	7.8	8.4	8	8.07
Precooling	9	9.5	9.8	9.43
Precooling delay 6 hrs.	8	8.5	8.5	8.33
Precooling delay 24 hrs.	9.5	8.5	9.2	9.07
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 15 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	10.4	10.4	11	10.60
Precooling	10.2	9.8	9.8	9.93
Precooling delay 6 hrs.	8.7	8.7	11	9.47
Precooling delay 24 hrs.	10.5	9.6	10.8	10.30
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่20วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	8	8.5	8	8.17
Precooling	8.8	9	9	8.93
Precooling delay 6 hrs.	8.6	8.5	9	8.70
Precooling delay 24 hrs.	8.8	8.4	9	8.73
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 25 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	9	9	10	9.33
Precooling	9	10.5	8.6	9.37
Precooling delay 6 hrs.	9	8.5	9.8	9.10
Precooling delay 24 hrs.	9	9	9.5	9.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10(ต่อ)

ครั้งที่ 2

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่0 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	8.4	7.8	8	8.07
Precooling	8	8.4	8	8.13
Precooling delay 6 hrs.	8.6	8.2	8.2	8.33
Precooling delay 24 hrs.	8.2	8.4	8.2	8.27
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 5 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	8.5	9	9.2	8.90
Precooling	9.2	8.8	10.2	9.40
Precooling delay 6 hrs.	9	9.2	9.2	9.13
Precooling delay 24 hrs.	8.5	9	9.8	9.10
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่10 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	9	9.2	9	9.07
Precooling	8.7	9	8.2	8.63
Precooling delay 6 hrs.	8	9.2	8.4	8.53
Precooling delay 24 hrs.	8.4	8	8.2	8.20
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 15 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	9.2	8.5	8.7	8.80
Precooling	9	8.8	9	8.93
Precooling delay 6 hrs.	8.2	8.5	8.2	8.30
Precooling delay 24 hrs.	9	9.2	9	9.07
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่20วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	7.8	7.5	8.5	7.93
Precooling	8.5	8.2	7.6	8.10
Precooling delay 6 hrs.	9.2	7.3	8	8.17
Precooling delay 24 hrs.	8	9.2	7.5	8.23
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 25 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	7.6	8.2	8	7.93
Precooling	8.4	7.6	8.2	8.07
Precooling delay 6 hrs.	8.1	8	7.8	7.97
Precooling delay 24 hrs.	8.2	8.2	7.6	8.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10(ต่อ)
ครั้งที่2

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่0 +3วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	8.2	8.6	8.2	8.33
Precooling	8.4	9.2	8.8	8.80
Precooling delay 6 hrs.	9	8.4	8.6	8.67
Precooling delay 24 hrs.	9.4	8.6	8.8	8.93
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22C ที่ 5+3 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	9.5	8.8	8.6	8.97
Precooling	9	8.8	9	8.93
Precooling delay 6 hrs.	9.2	9.5	9.2	9.30
Precooling delay 24 hrs.	9	8.2	8.5	8.57
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่10+3 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	9	8.5	8.8	8.77
Precooling	8.8	8.8	9	8.87
Precooling delay 6 hrs.	7.5	7.8	7.5	7.60
Precooling delay 24 hrs.	8.2	8	8.4	8.20
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22C ที่ 15+3 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	9.2	9.2	9.4	9.27
Precooling	9.8	9.5	9.5	9.60
Precooling delay 6 hrs.	10	7	9	8.67
Precooling delay 24 hrs.	10	9	9	9.33
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่20+3วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	8.8	8.7	8.8	8.77
Precooling	8.8	8.6	8.8	8.73
Precooling delay 6 hrs.	6.8	6.8	7	6.87
Precooling delay 24 hrs.	7.6	7.4	7.2	7.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง **ค่าเปอร์เซ็น** acidity

ครั้งที่ 1

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่0 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0157	0.0236	0.0194	0.0196
Precooling	0.0153	0.0153	0.0155	0.0154
Precooling delay 6 hrs.	0.0154	0.0151	0.0188	0.0164
Precooling delay 24 hrs.	0.0148	0.0148	0.0148	0.0148
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 5 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0149	0.0186	0.0186	0.0174
Precooling	0.0117	0.0156	0.0136	0.0136
Precooling delay 6 hrs.	0.0136	0.0117	0.0156	0.0136
Precooling delay 24 hrs.	0.0218	0.0218	0.0219	0.0218
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่10 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0303	0.0341	0.0303	0.0316
Precooling	0.0229	0.0229	0.0229	0.0229
Precooling delay 6 hrs.	0.0221	0.0258	0.0258	0.0246
Precooling delay 24 hrs.	0.0225	0.0225	0.0225	0.0225
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 15 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0235	0.0196	0.0196	0.0209
Precooling	0.0152	0.0152	0.0152	0.0152
Precooling delay 6 hrs.	0.0156	0.0195	0.0156	0.0169
Precooling delay 24 hrs.	0.0195	0.0234	0.0195	0.0208
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่20วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0234	0.0234	0.0234	0.0234
Precooling	0.0236	0.0232	0.0235	0.0234
Precooling delay 6 hrs.	0.0237	0.0276	0.0273	0.0262
Precooling delay 24 hrs.	0.0225	0.0287	0.0365	0.0292
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 25 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.032	0.0231	0.0321	0.0291
Precooling	[illegible]	[illegible]	0.028	0.0262
Precooling delay 6 hrs.	[illegible]	[illegible]	0.037	0.0332
Precooling delay 24 hrs.	0.0226	0.0276	0.0226	0.0243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11(ต่อ)

ครั้งที่ 2

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่0 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.015	0.015	0.015	0.0150
Precooling	0.0187	0.0213	0.0187	0.0196
Precooling delay 6 hrs.	0.0176	0.0216	0.0213	0.0202
Precooling delay 24 hrs.	0.0195	0.0195	0.0204	0.0198
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 5 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0187	0.0187	0.0157	0.0177
Precooling	0.0211	0.0211	0.0211	0.0211
Precooling delay 6 hrs.	0.0239	0.0276	0.028	0.0265
Precooling delay 24 hrs.	0.0206	0.0257	0.0208	0.0224
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่10 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0166	0.0301	0.0309	0.0259
Precooling	0.0276	0.0256	0.0276	0.0269
Precooling delay 6 hrs.	0.0309	0.0309	0.0294	0.0304
Precooling delay 24 hrs.	0.0261	0.0261	0.0261	0.0261
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 15 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0253	0.0289	0.0289	0.0277
Precooling	0.0294	0.0294	0.0294	0.0294
Precooling delay 6 hrs.	0.0384	0.0384	0.0384	0.0384
Precooling delay 24 hrs.	0.0287	0.0287	0.0287	0.0287
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่20วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0349	0.0388	0.0349	0.0362
Precooling	0.0296	0.0333	0.0296	0.0308
Precooling delay 6 hrs.	0.0333	0.0296	0.0333	0.0321
Precooling delay 24 hrs.	0.02923	0.02903	0.02923	0.0292
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 25 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0368	0.0357	0.0368	0.0364
Precooling	0.0296	0.0308	0.0308	0.0304
Precooling delay 6 hrs.	0.0379	0.0358	0.0358	0.0365
Precooling delay 24 hrs.	0.0309	0.0309	0.0309	0.0309

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11(ต่อ)
ครั้งที่ 2

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่0 +3วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0151	0.0189	0.0189	0.017633333
Precooling	0.0184	0.0148	0.0148	0.016
Precooling delay 6 hrs.	0.0184	0.0184	0.0184	0.0184
Precooling delay 24 hrs.	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22C ที่ 5+3 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0263	0.0263	0.0225	0.025033333
Precooling	0.0296	0.0258	0.0258	0.027066667
Precooling delay 6 hrs.	0.031	0.031	0.0233	0.028433333
Precooling delay 24 hrs.	0.0298	0.0298	0.0298	0.0298
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่10+3 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0302	0.0227	0.0265	0.026466667
Precooling	0.0294	0.0367	0.0294	0.031833333
Precooling delay 6 hrs.	0.029	0.029	0.029	0.029
Precooling delay 24 hrs.	0.0363	0.0363	0.0363	0.0363
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22C ที่ 15+3 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0289	0.0253	0.0289	0.0277
Precooling	0.0304	0.0304	0.0304	0.0304
Precooling delay 6 hrs.	0.0305	0.0305	0.0305	0.0305
Precooling delay 24 hrs.	0.0302	0.034	0.034	0.032733333
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่20+3วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.0268	0.0268	0.0268	0.0268
Precooling	0.0397	0.0361	0.0361	0.0373
Precooling delay 6 hrs.	0.0453	0.0453	0.0453	0.0453
Precooling delay 24 hrs.	0.0308	0.0346	0.0346	0.033333333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 12 ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง **ค่าเปอร์เซ็นการสูญเสียน้ำหนัก**

ครั้งที่1

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่0 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0.00	0.00	0.00	0.00
Precooling	0.00	0.00	0.00	0.00
Precooling delay 6 hrs.	0.00	0.00	0.00	0.00
Precooling delay 24 hrs.	0.00	0.00	0.00	0.00
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 5 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1.79	1.71	1.86	1.79
Precooling	1.97	2.79	3.10	2.62
Precooling delay 6 hrs.	1.93	1.83	2.64	2.13
Precooling delay 24 hrs.	2.53	2.48	1.79	2.27
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่10 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	4.83	4.97	5.32	5.04
Precooling	3.16	3.72	2.55	3.14
Precooling delay 6 hrs.	3.81	2.84	3.62	3.42
Precooling delay 24 hrs.	3.21	2.98	2.57	2.92
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 15 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	4.21	5.09	4.30	4.53
Precooling	4.16	4.61	3.55	4.11
Precooling delay 6 hrs.	5.61	4.92	5.12	5.22
Precooling delay 24 hrs.	4.79	3.96	5.27	4.67
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่20วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	6.13	7.11	6.48	6.57
Precooling	6.48	5.66	5.95	6.03
Precooling delay 6 hrs.	5.81	5.17	3.27	4.75
Precooling delay 24 hrs.	6.85	6.94	7.21	7.00
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 25 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	7.68	7.88	7.95	7.84
Precooling	8.93	8.34	7.73	8.33
Precooling delay 6 hrs.	8.42	7.97	8.99	8.46
Precooling delay 24 hrs.	8.93	9.34	7.57	8.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 12(ต่อ)

ครั้งที่2

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่0 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	0	0	0	0.00
Precooling	0	0	0	0.00
Precooling delay 6 hrs.	0	0	0	0.00
Precooling delay 24 hrs.	0	0	0	0.00
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 5 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1.45	1.66	1.95	1.69
Precooling	2.52	2.14	1.75	2.14
Precooling delay 6 hrs.	2.83	3.19	1.98	2.67
Precooling delay 24 hrs.	1.46	1.53	1.42	1.47
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่10 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	3.65	2.67	2.96	3.09
Precooling	4.72	4.75	4.25	4.57
Precooling delay 6 hrs.	6.65	5.89	6.02	6.19
Precooling delay 24 hrs.	4.16	4.23	3.62	4.00
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 15 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	5.81	5.57	4.91	5.43
Precooling	5.62	5.68	4.73	5.34
Precooling delay 6 hrs.	6.39	6.84	6.09	6.44
Precooling delay 24 hrs.	7.06	6.67	6.92	6.88
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่20วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	7.09	6.81	7.64	7.18
Precooling	7.92	8.28	7.74	7.98
Precooling delay 6 hrs.	9.57	8.83	8.79	9.06
Precooling delay 24 hrs.	9.24	9.76	10.1	9.70
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 25 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	8.2	8	7.51	7.90
Precooling	8.97	8.3	9.2	8.82
Precooling delay 6 hrs.	11.54	11.85	10.89	11.43
Precooling delay 24 hrs.	11.24	11.05	10.76	11.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง **ค่าแรงกดที่มากที่สุด**(g)

ครั้งที่1

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่0 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	995	1241.6	1253.6	1163.4
Precooling	995.6	1144.7	1315.3	1151.866667
Precooling delay 6 hrs.	1149.2	1514.3	1236.5	1300
Precooling delay 24 hrs.	1324.6	1060.6	1333.9	1239.7
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 5 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1233.3	1299.2	1279.7	1270.733333
Precooling	1147.3	1079.9	1366.1	1197.766667
Precooling delay 6 hrs.	1167.5	1456.9	1352.7	1325.7
Precooling delay 24 hrs.	1016.7	1379.5	1558.5	1318.233333
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่10 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1206.4	1088.5	1398.4	1231.1
Precooling	1216.5	1224.1	1198.2	1212.933333
Precooling delay 6 hrs.	1563.7	1244.2	1208.1	1338.666667
Precooling delay 24 hrs.	1546.3	1348.5	1123.5	1339.433333
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 15 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1139.7	1444.9	1443.8	1342.8
Precooling	1395.5	1397.5	1116.9	1303.3
Precooling delay 6 hrs.	1141.4	1670.3	1702.5	1504.733333
Precooling delay 24 hrs.	1545.9	1544.1	1463.5	1517.833333
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่20วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1573.2	1459.6	1562.7	1531.833333
Precooling	1682.1	1439.2	1392.5	1504.6
Precooling delay 6 hrs.	1695.8	1703.1	1745.2	1714.7
Precooling delay 24 hrs.	1688.2	1720.1	1625.9	1678.066667
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 25 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1655.8	1598.4	1735.2	1663.133333
Precooling	1577.1	1663.5	1385.5	1542.033333
Precooling delay 6 hrs.	1739.8	1563.5	1776.3	1693.2
Precooling delay 24 hrs.	1684.2	1443.2	1468.2	1531.866667

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13(ต่อ)

ครั้งที่2

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่0 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1065.4	1409.2	1179.6	1218.066667
Precooling	1244.4	1249.7	1088.5	1194.2
Precooling delay 6 hrs.	1050.8	1106.6	1188.5	1115.3
Precooling delay 24 hrs.	1090.6	1090	1435.5	1205.366667
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 5 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1294.4	1364.8	1273.3	1310.833333
Precooling	1130.6	1135.2	1190.8	1152.2
Precooling delay 6 hrs.	1181.4	1478.6	1409.2	1356.4
Precooling delay 24 hrs.	1079.3	1295.9	1199.4	1191.533333
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่10 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1772.5	1713.8	1748.2	1744.833333
Precooling	1372	1605.2	1315.2	1430.8
Precooling delay 6 hrs.	1808.3	1746.1	1689.4	1747.933333
Precooling delay 24 hrs.	1316.7	1543.5	1256.6	1372.266667
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 15 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1583.2	1547.1	1519	1549.766667
Precooling	1533.2	1488.7	1539.5	1520.466667
Precooling delay 6 hrs.	1769.1	1812.3	1547.8	1709.733333
Precooling delay 24 hrs.	1557.1	1896.5	1908.4	1787.333333
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8 C ที่20วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1948.5	1889.2	1870	1902.566667
Precooling	1763.1	1784.8	1766.8	1771.566667
Precooling delay 6 hrs.	1902.2	1755.2	1862.9	1840.1
Precooling delay 24 hrs.	1698.2	1788.8	1792.8	1759.933333
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 8C ที่ 25 วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1854.5	1769.3	1769.2	1797.666667
Precooling	1983.5	1639.4	1544.2	1722.366667
Precooling delay 6 hrs.	1983.5	2048.6	1867.5	1966.533333
Precooling delay 24 hrs.	1986.4	1593.7	1875.2	1818.433333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13(ต่อ)

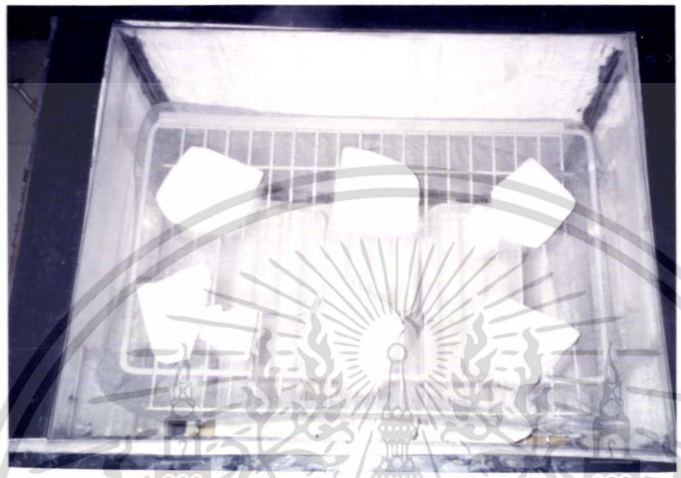
ครั้งที่2

ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่0 +3วัน				ค่าเฉลี่ย
Control	1272.3	1321.5	1169.2	1254.333333
Precooling	1255.6	1169.5	1239.4	1221.5
Precooling delay 6 hrs.	1353.3	1435.8	1369.5	1386.2
Precooling delay 24 hrs.	1380.5	1414.2	1389.5	1394.733333
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22C ที่ 5+3 วัน				**ค่าเฉลี่ย**
Control	1388.3	1615.5	1300.7	1434.833333
Precooling	1475.4	1587.4	1263.3	1442.033333
Precooling delay 6 hrs.	1644.9	1640.4	1652.6	1645.966667
Precooling delay 24 hrs.	1395.6	1274.6	1768.5	1479.566667
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่10+3 วัน				**ค่าเฉลี่ย**
Control	1439.2	1771.4	1411.5	1540.7
Precooling	1416.1	1470.5	1682.5	1523.033333
Precooling delay 6 hrs.	1558.9	2167.8	1691.4	1806.033333
Precooling delay 24 hrs.	1380.2	1560.9	1936.5	1625.866667
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22C ที่ 15+3 วัน				**ค่าเฉลี่ย**
Control	1969.8	1588.4	1923.9	1827.366667
Precooling	1609.5	1847.5	1480.2	1645.733333
Precooling delay 6 hrs.	1997.9	1695.5	2379.9	2024.433333
Precooling delay 24 hrs.	1775.6	1440.8	1832.3	1682.9
ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 22 C ที่20+3วัน				**ค่าเฉลี่ย**
Control	2106.8	2196.4	1436.6	1913.266667
Precooling	1778.1	1785.2	1593.8	1719.033333
Precooling delay 6 hrs.	1917.7	2494.6	2386.4	2266.233333
Precooling delay 24 hrs.	1882	2105.9	1853.4	1947.1

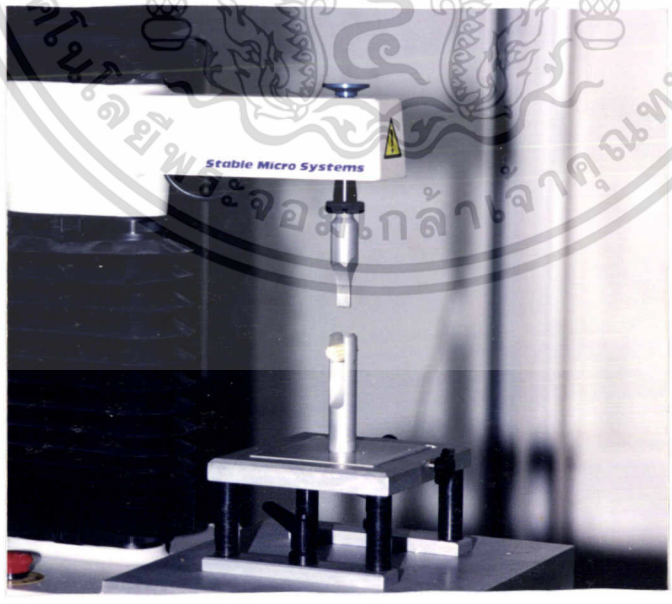
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รูปและอุปกรณ์การทดลอง



ภาพผนวกที่ 1 การจัดวางข้าวโพดฝักอ่อนและน้ำแข็งแห้งในกล่องควบคุมอุณหภูมิ



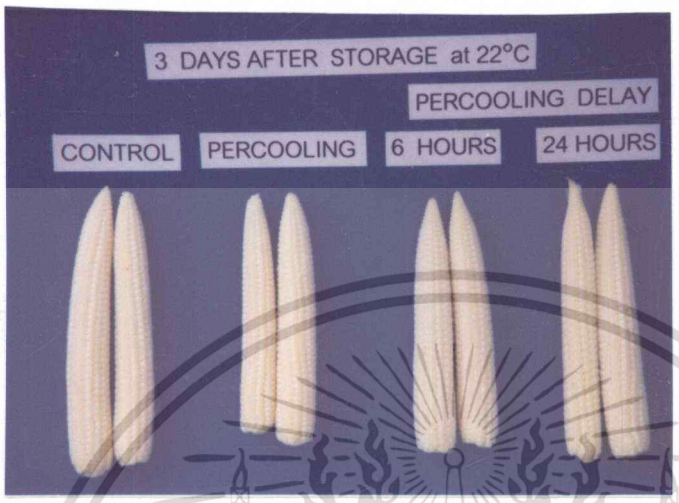
ภาพผนวกที่ 2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส หัวprobe แบบVolidkevich Bite jaw (HDP/VB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

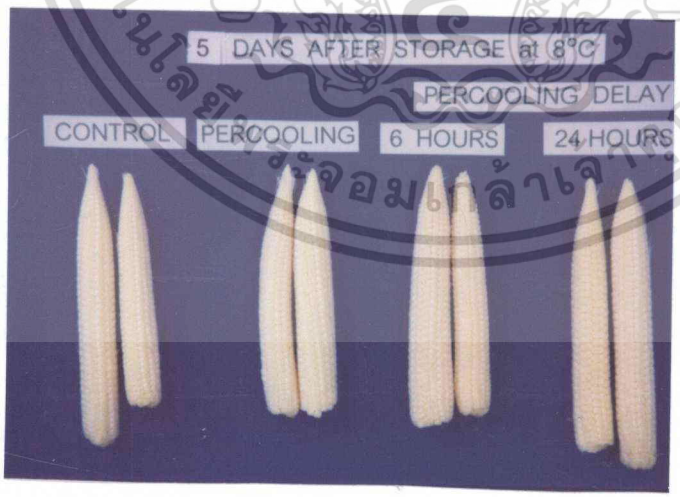
ภาพผนวกที่ 3 ข้าวโพดฝักอ่อนก่อนการปอกเปลือก

ภาพผนวกที่ 4 ข้าวโพดฝักอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

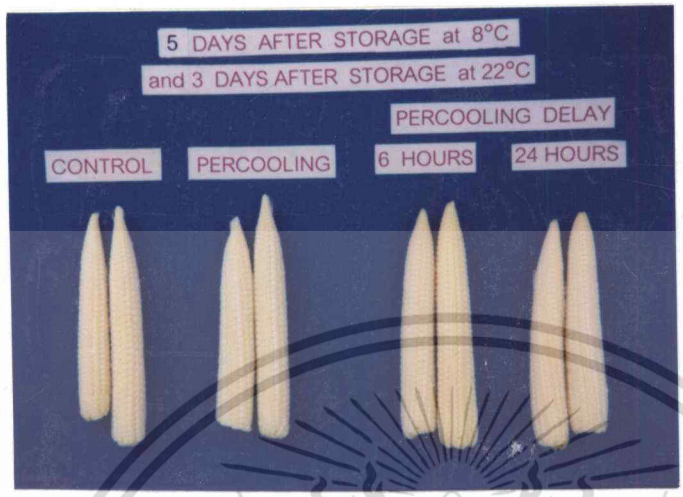


ภาพผนวกที่ 6 ข้าวโพดฝักอ่อนหลังเก็บที่ 22 °C เป็นเวลา 3 วัน



ภาพผนวกที่ 7 ข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บรักษาที่ 8°C เป็นเวลา 5 วัน

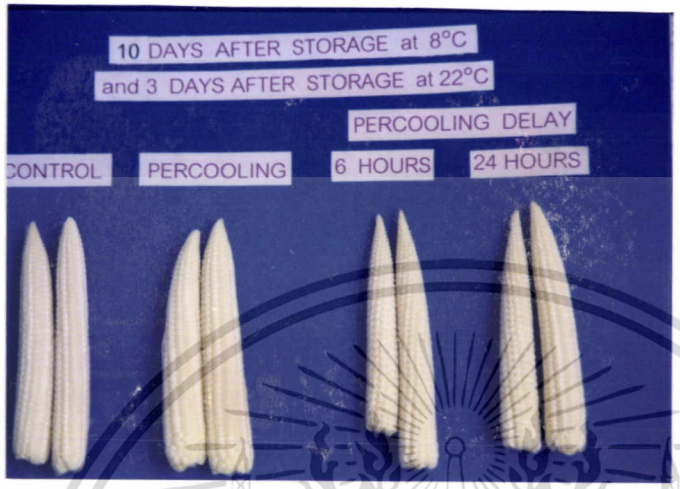
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



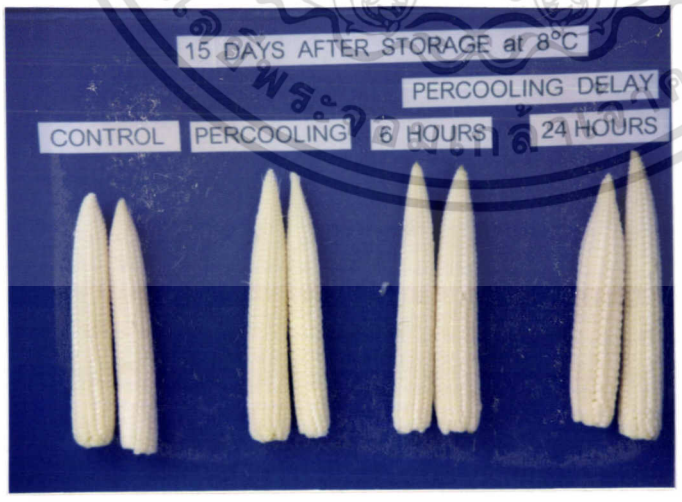
ภาพผนวกที่ 8 ข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บรักษาที่ 8 °C เป็นเวลา 5 วัน และเก็บที่ 22 °C เป็นเวลา 3 วัน

ภาพผนวกที่ 9 ข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บรักษาที่ 8 °C เป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

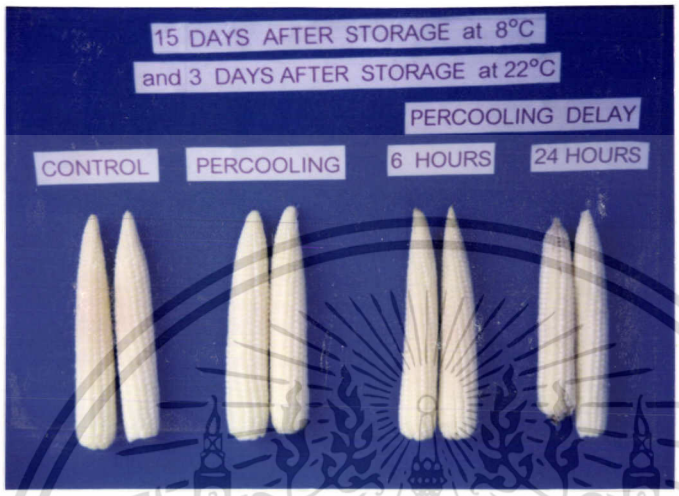


ภาพผนวกที่ 10 ข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บรักษาที่ 8 °C เป็นเวลา 10 วัน และเก็บที่ 22 °C เป็นเวลา 3 วัน



ภาพผนวกที่ 11 ข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บรักษาที่ 8 °C เป็นเวลา 15 วัน

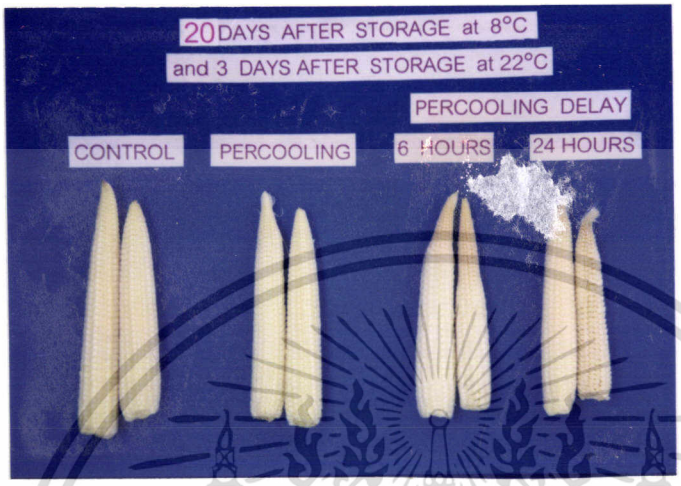
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



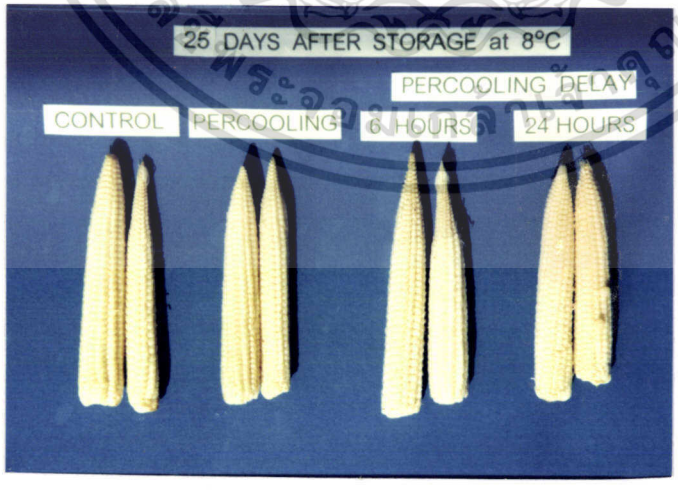
ภาพผนวกที่ 12 ข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บรักษาที่ 8°C เป็นเวลา 15 วัน และเก็บที่ 22 °C เป็นเวลา 3 วัน

ภาพผนวกที่ 13 ข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บรักษาที่ 8°C เป็นเวลา 20 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

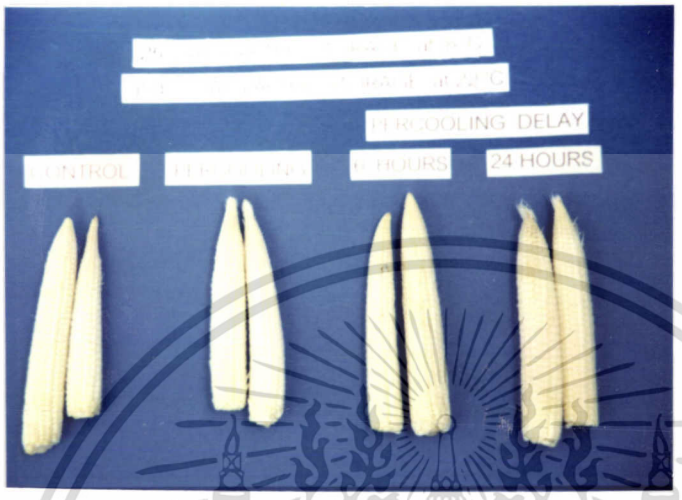


ภาพผนวกที่ 14 ข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บรักษาที่ 8 °C เป็นเวลา 20 วัน และเก็บที่ 22 °C เป็นเวลา 3 วัน

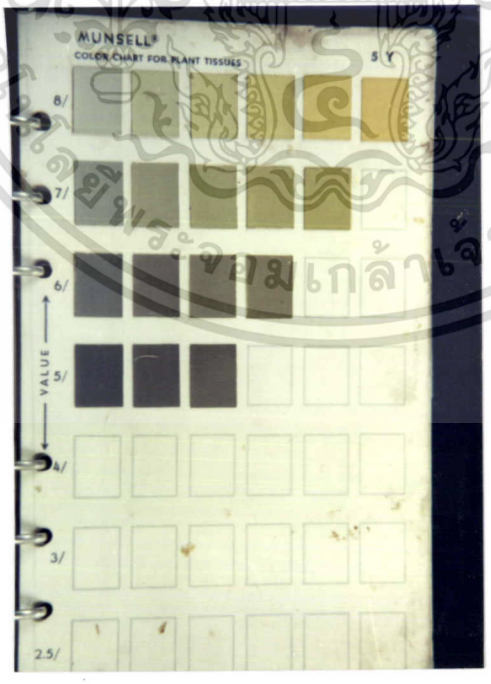


ภาพผนวกที่ 15 ข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บรักษาที่ 8 °C เป็นเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 16 ข้าวโพดฝักอ่อนหลังการเก็บรักษาที่ 8 °C เป็นเวลา 25 วัน และเก็บที่ 22 °C เป็นเวลา 3 วัน



ภาพผนวกที่ 17 Munsell color book

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้